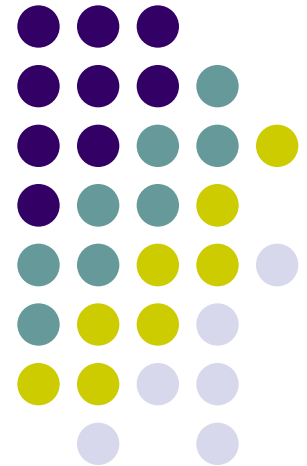


# «Управляемый термоядерный синтез»

---



# УТС



- Управляемый термоядерный синтез — синтез более тяжёлых атомных ядер из более лёгких с целью получения энергии, который, в отличие от взрывного термоядерного синтеза (используемого в термоядерных взрывных устройствах), носит управляемый характер. Управляемый термоядерный синтез отличается от традиционной ядерной энергетики тем, что в последней используется реакция распада, в ходе которой из тяжёлых ядер получают более лёгкие ядра. В основных ядерных реакциях, которые планируется использовать в целях осуществления управляемого термоядерного синтеза, будут применяться дейтерий и тритий ( ${}^2\text{H}$ ) а в более отдалённой перспективе гелий-3 и бор-11. ( ${}^3\text{He}$ )

# УТС



- Впервые задачу по управляемому термоядерному синтезу в Советском Союзе сформулировал и предложил для неё некоторое конструктивное решение советский физик Лаврентьев О. А. Кроме него важный вклад в решение проблемы внесли такие выдающиеся физики, как А. Д. Сахаров и И. Е. Тамм, а также Л. А. Арцимович, возглавлявший советскую программу по управляемому термоядерному синтезу с 1951 года.
- Исторически вопрос управляемого термоядерного синтеза на мировом уровне возник в середине XX века. Известно, что И. В. Курчатов в 1956 году высказал предложение о сотрудничестве учёных-атомщиков разных стран в решении этой научной проблемы. Это произошло во время посещения Британского ядерного центра «Харуэлл»

# УТС

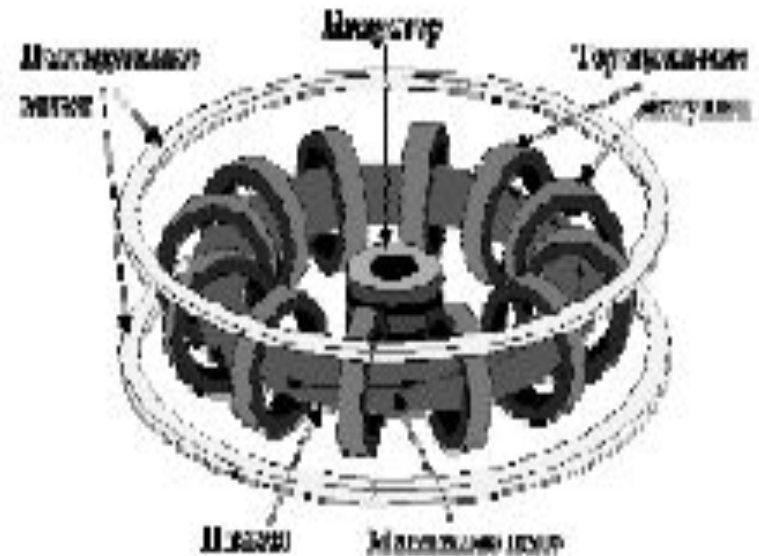
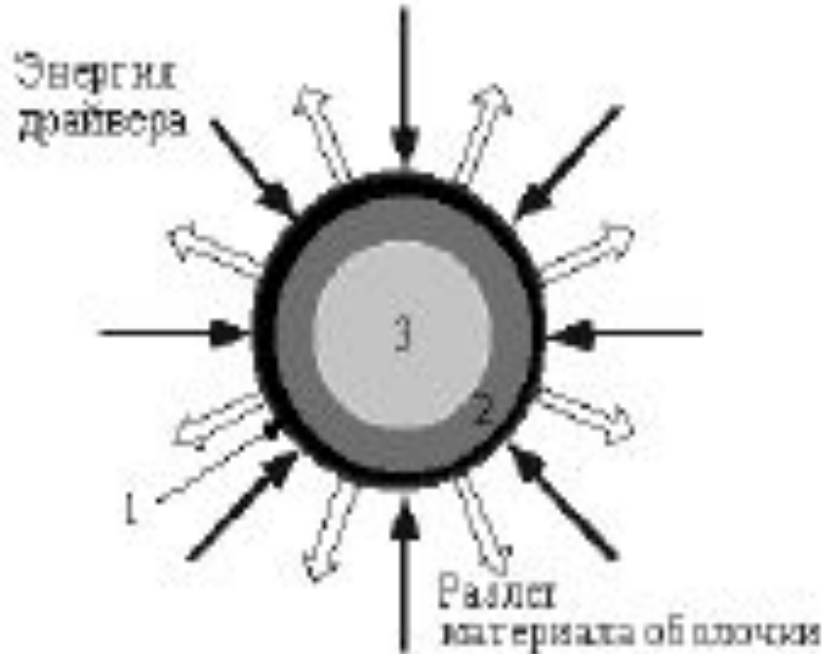


- Чтобы с помощью ядерной синтеза получить полезную энергию, термоядерные реакции должны быть управляемыми. Необходимо найти способы создания и поддержания температур во много миллионов градусов. Одна из технических проблем связана с тем, что высокотемпературный газ, или плазму, нужно удерживать таким образом, чтобы не расплавились стенки соответствующего объема. На решение этой технической задачи уже затрачены и затрачиваются огромные усилия. Плазму пытаются изолировать от стенок с помощью сильных магнитных полей. Задача заключается в том, чтобы удержать плазму в изолированном состоянии в течение достаточно продолжительного времени и при этом выработать мощность, превышающую ту, которая была затрачена на запуск термоядерного реактора.

# УТС



- На рисунке показана предполагаемая схема конструкции реактора.



# УТС

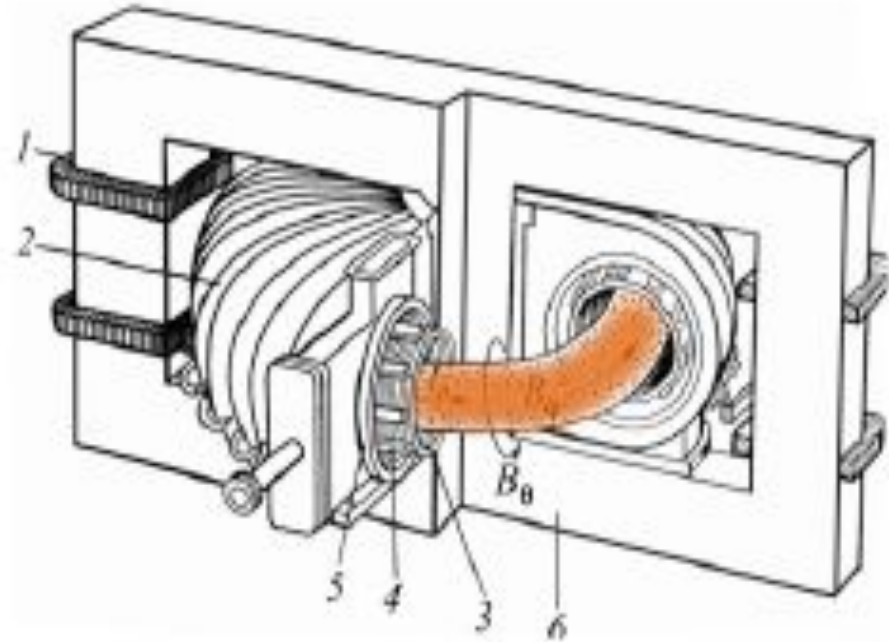


- Электростанция, работающая на термоядерной реакции, из-за отсутствия в ней продуктов деления должна иметь значительно меньшую радиоактивность по сравнению с ядерными реакторами. Однако в термоядерных установках испускается, а затем захватывается большое число нейтронов, что, как правило, приводит к образованию радиоактивных изотопов. Поэтому вокруг камеры с плазмой предполагается создавать оболочку («бланкет») из лития. И в этом случае нейтроны будут производить тритий (изотоп водорода  ${}^3\text{Tc}$  периодом полураспада 12 лет), который можно использовать в дальнейшем как горючее.



# УТС

В настоящее время, в рамках осуществления мировой термоядерной программы, интенсивно разрабатываются новейшие системы типа токамак. На рисунке изображена схема токамака: 1 – первичная обмотка трансформатора; 2 – катушки тороидального магнитного поля – лайнер, тонкостенная внутренняя камера для выравнивания тороидального электрического поля; 4 – катушки тороидального магнитного поля – вакуумная камера; 6 – железный сердечник (магнитопровод).



# УТС



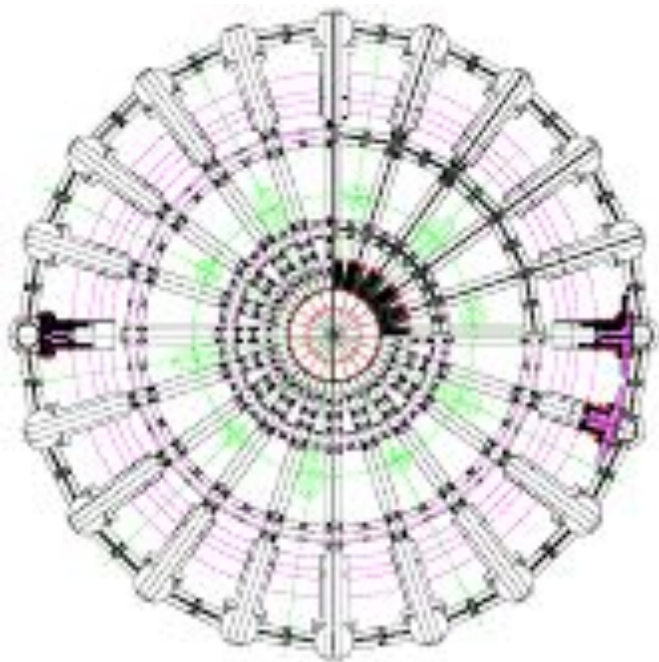
- Первый Российский сферический токамак «Глобус-М» создан в Санкт-Петербурге под руководством Ж.И. Алферова. Планируется создание крупного токамака ТМ-15, для исследования управления конфигурацией плазмы. Начато сооружение Казахстанского токамака КТМ для отработки технологий термоядерной энергетики.





# УТС

- На рисунке приведена схема токамака КТМ в сечении и его вид с вакуумной камерой.



# УТС



- Идея лазерного термоядерного синтеза заключается в облучении лазерным излучением небольшой сферической оболочки, заполненной газообразным или твердым топливом (рисунок на 5 слайде). Под действием излучения материал оболочки 1 испаряется и создает реактивные силы, способные сжать оболочку и содержащуюся в ней реагирующую смесь 2 и 3. Параллельно с лазерами, в 60-ые гг. развивались и другие мощные драйверы – ионные и электронные пучки, которые также могли бы обеспечивать требуемые мощности на поверхности мишеней. Были разработаны импульсные системы питания, способные создавать и подводить к мишеням энергию 1–10 МДж за с, т.е. получать пиковые мощности на уровне Вт. Появление новой технологии повлекло за собой интенсивные исследования физики взаимодействия мощного излучения и пучков частиц с твердым телом и привело к разработке термоядерных мишеней, способных давать положительный выход энергии.

# УТС



- В природе существует еще один механизм удержания, обеспечивающий непрерывное выделение термоядерной энергии, – это гравитационное удержание. Однако чтобы обеспечить достаточно сильное гравитационное поле, потребуется масса порядка солнечной (источниками энергии в звездах, безусловно, являются термоядерные реакции).

