

Путь к экологически чистой энергии: научный прогресс в области термоядерного синтеза

Мэри Элбон

Термоядерный синтез представляет собой перспективный источник экологически чистой энергии благодаря тому, что он не сопряжен с выбросами углекислого газа, безопасен по своей сути и дает возможность непрерывно обеспечивать себя топливом в неограниченном количестве. МАГАТЭ всегда содействовало научно-исследовательской деятельности в области термоядерного синтеза, организовав в 1961 году первую международную конференцию по энергии термоядерного синтеза. Недавние выдающиеся научные открытия в области термоядерного синтеза дали мощный толчок научно-исследовательской деятельности в государственном и частном секторах. В дополнение к

достигнутым успехам, МАГАТЭ содействует международному сотрудничеству и координации для устранения пробелов в области физики, технологии и нормативного регулирования термоядерного синтеза. Это осуществляется путем сбора и обмена данными для обоснования всех этапов исследований в области термоядерного синтеза: от научных основ процесса термоядерного синтеза до проектирования и эксплуатации станции.

«Технология термоядерного синтеза способна изменить производство энергии во всем мире до неузнаваемости, — считает директор Отдела ядерной энергетики МАГАТЭ Алин де Клаузо. — Применение энергии термоядерного синтеза в сочетании с усовершенствованными технологиями на основе деления ядер обеспечит переход к устойчивой, экологически чистой энергетике».

Научные данные для исследовательской деятельности в области термоядерного синтеза

Термоядерный синтез представляет собой реакцию слияния легких изотопов, образующих плазму — горячий заряженный газ с уникальными свойствами, непохожими на свойства твердых тел, жидкостей и газов. База данных МАГАТЭ **CollisionDB**, содержащая данные об атомных и молекулярных процессах, помогает совершенствовать подходы к управлению плазмой и ее диагностике, улучшая понимание происходящих в ней процессов столкновения.

Другие базы данных МАГАТЭ представляют ценность для эксплуатации и оптимизации работы экспериментальных установок и термоядерных установок в будущем. **База данных о взаимодействии плазмы со стенкой (pwIDB)** содержит данные о взаимодействиях с поверхностью внутренней стенки, а базы **CascadesDB** и **DeFecTdb** — о процессах, протекающих внутри стенки. В **Библиотеке оцененных ядерных данных для термоядерного синтеза (FENDL)** хранятся важнейшие для нейтронной физики сведения о ядерных реакциях, плазме и материалах, необходимые для оценки безопасности и образования отходов.

Прогресс на пути к получению полезной энергии при термоядерной реакции

Ученые и инженеры всего мира продолжают разрабатывать и испытывать новые материалы и технологии для получения полезной энергии в результате термоядерной реакции. При проведении экспериментов регулярно удается достичь условий, весьма близких к требуемым для термоядерной энергетической системы, однако для поддержания реакции и получения энергии в устойчивом режиме все еще необходимы усовершенствования. Государственные и частные компании, работающие в сфере термоядерной энергетики, стремительно движутся к достижению этой цели.

В **Информационной системе МАГАТЭ по термоядерным устройствам (FusDIS)** представлен глобальный обзор государственных или частных термоядерных установок, находящихся в эксплуатации, на стадии строительства или планирования, а также соответствующие технические и статистические данные. Система содержит полезные рекомендации по стратегиям и процессу принятия решений в области термоядерной энергетики, в том числе по налаживанию государственно-частного сотрудничества, и является ценным инструментом для определения направлений исследований. Система FusDIS доступна на **Портале МАГАТЭ по термоядерному синтезу** — информационном онлайн-ресурсе Агентства по термоядерной энергии.

Кроме того, на базе своей платформы **CONNECT** МАГАТЭ ведет работу над инициативой **FUSE** для оказания помощи компаниям — разработчикам технологий термоядерного

БАЗЫ ДАННЫХ МАГАТЭ

для НИОКР в области
термоядерной энергии

Отсканируйте код,
чтобы узнать больше



■ **CollisionDB**

■ **CascadesDB**

■ **DeFecTDB**

■ **pwIDB**



■ **FENDL**



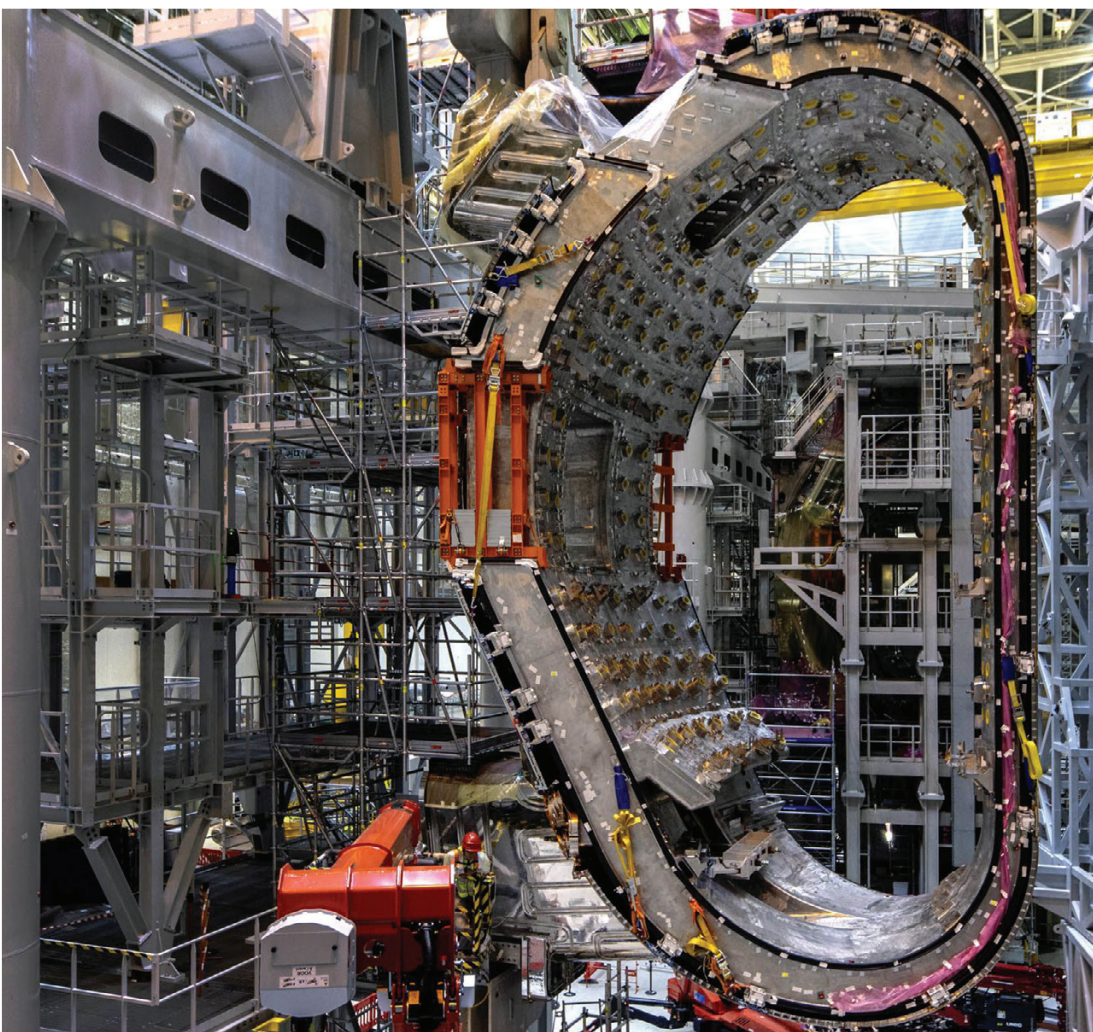
■ **FusDIS**



■ **Портал
МАГАТЭ
по термо-
ядерному
синтезу**



■ **ИИ для
термо-
ядерного
синтеза
(AI4F)**



ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ЭНЕРГИЯ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА?

Термоядерный синтез — это процесс, в ходе которого два легких атомных ядра объединяются в одно более тяжелое ядро с высвобождением огромного количества энергии. Аналогичные процессы протекают внутри Солнца и других звезд. Чтобы создать условия для термоядерного синтеза на Земле, требуются температуры свыше 100 миллионов градусов по Цельсию, при этом необходимо также контролировать давление и магнитные силы для поддержания этого процесса в течение достаточно длительного времени, чтобы произвести полезную энергию.

В 2025 году продолжается сооружение термоядерного устройства ИТЭР, которое призвано доказать, что термоядерный синтез может стать крупномасштабным безуглеродным источником энергии.

синтеза при проектировании, производстве и строительстве термоядерных установок. Она будет включать базу данных по нормам и правилам в сфере термоядерного синтеза, а также базу по термоядерным технологиям и топливным циклам с информацией и конкретными параметрами в отношении каждого проектируемого устройства. В рамках FUSE будут освещаться новейшие разработки в быстро развивающейся термоядерной отрасли, как, например, побочные технологии термоядерного синтеза.

Раскрытие потенциала термоядерного синтеза с помощью искусственного интеллекта

«Искусственный интеллект — это новый способ максимально раскрыть потенциал термоядерного синтеза. Значительные потенциальные преимущества искусственного интеллекта предполагают возможность комплексного управления процессом проектирования термоядерных устройств, а также анализа огромного массива научных и инженерно-технических данных, получаемых при работе таких устройств, — объясняет Ален Бекуле, заместитель Генерального директора — руководитель научных исследований в Организации ИТЭР. — Для реализации этого потенциала нужно разрабатывать специализированные платформы для управления данными термоядерного синтеза в такой же атмосфере сотрудничества, которая уже несколько десятилетий является движущей силой исследований в

области термоядерного синтеза. Это крайне важно для скорейшего внедрения технологий термоядерного синтеза в будущем».

Как раз с этой целью был начат проект координированных исследований МАГАТЭ под названием «ИИ для термоядерного синтеза (AI4F)». AI4F способствует развитию инноваций и сотрудничества в интересах стимулирования научных открытий в области термоядерного синтеза с использованием искусственного интеллекта (ИИ), технологий машинного обучения и больших данных. В проекте принимают участие 24 учреждения из 11 стран на 4 континентах. «ИИ и машинное обучение могут интенсифицировать исследования в области термоядерного синтеза на пути к созданию первой в своем роде термоядерной электростанции, — считает Кристина Ри, ведущий научный сотрудник — руководитель группы Центра изучения плазмы и синтеза Массачусетского технологического института. — МАГАТЭ взяло на себя роль куратора этой важной миссии».

«Освоение энергии термоядерного синтеза являет собой вершину научной мысли и технических достижений, — убеждена директор Отдела физических и химических наук МАГАТЭ Цанка Кокалова-Уэлдон. — МАГАТЭ предоставляет важнейшие данные, опираясь на применение передовых технологий и налаживание партнерских отношений для того, чтобы создать условия для развития и расширения потенциала использования этого непревзойденного источника экологически чистой энергии».