Оценка уровня готовности технологий воспроизводства трития и обеспечения тритиевой безопасности в России на примере проекта ДЕМО-ТИН [[1]](#footnote-1)\*)

Иванов Б.В., Ананьев С.С.

НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [kapjicohh@gmail.com](mailto:kapjicohh@gmail.com)

В докладе авторы продолжают анализ технологий тритиевого топливного цикла (ТЦ) в России и мире начатый ранее [1, 2]. Анализ дополнен обзором технологий: получения трития в бланкете термоядерного реактора; получения и подготовки бридерных материалов; извлечения трития из бланкета; хранения трития в топливном цикле; обеспечения тритиевой безопасности и анализа тритийсодержащих веществ, а также технологий инжекции топлива в плазму и откачки камеры токамака. С учетом ранее полученных результатов, проведена полная оценка тритиевых технологий для всех систем топливного цикла проектируемого гибридного (синтез -деление) реактора ДЕМО-ТИН [3, 4].

Анализ был проведен с помощью методики оценки уровня технологической готовности (Technology readiness level, TRL), разработанный Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США (анг. NASA). Методика позволяет на основе объективных и системных критериев количественно оценить зрелость конкретной технологии в целевой сфере применения. Шкала оценки включает 9 уровней, которые соответствуют: демонстрации базовых принципов технологии (TRL 1), проведению проверки компонентов/макетов технологии в лабораторных условиях (TRL 4), проверке технологии в целевом состоянии успешной работой (TRL 9) и т.д. Уровни сгруппированы по стадиям: Исследования (TRL 1–3), Разработки (TRL 4–6) и Демонстрации (TRL 7–9).

Авторами показано, что в настоящее время в России ведутся работы по развитию и освоению технологий тритиевого топливного цикла. Тритиевые технологии активно используют в различных сферах деятельности, для адаптации и отработки специфических параметров и режимов ТЦ необходимы дополнительные исследования и развитие технологий. Большинство технологий достаточно развиты для применения в ТЦ ДЕМО-ТИН. Некоторые технологии, например, хроматографическое разделение изотопов водорода и криоадсорбционная очистка тритийсодержащих смесей находятся на стадии Исследования и для применения в ТЦ ДЕМО-ТИН должны быть развиты и отработаны. Для повышения уровня готовности технологий в России целесообразно создавать специализированные стендовые базы или исследовательские установки.

Сопоставление развития технологий с мировым уровнем показывает отставание некоторых ключевых технологий, например, очистки водородсодержащих смесей в реакторах на основе палладиевых мембран и извлечение трития из бланкета. Целесообразно проводить работу по усилению международного сотрудничества в сфере применения тритиевых технологий в термоядерных исследованиях.

Работа поддержана Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт».

Литература

[1] S.S. Ananyev et al., *Nucl. Fusion*, https://doi.org/10.1088/1361-6463/aad7de, Sep. 2021.

[2] Б.В. Иванов, С.С. Ананьев, “Анализ уровня готовности технологий тритиевого цикла в россии для гибридного реактора ДЕМО-ТИН”, *XLVIII Mеждународная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу*, 2021, http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/ru/AE-I.

[3] B.V. Kuteev et al., “Development of DEMO-FNS tokamak for fusion and hybrid technologies” *Nucl. Fusion*, vol. 55, no. 7, p. 073035, Jul. 2015.

[4] E.A. Azizov *et al.*, “Tokamak DEMO-FNS: Concept of magnet system and vacuum chamber,” *Phys. At. Nucl.*, vol. 79, no. 7, pp. 1125–1136, 2016.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Mu/en/BS-Ananiev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)