Моделирование процессов переноса с применением нейронных сетей в режиме реального времени [[1]](#footnote-1)\*)

Капралов В.Г., Кривошеев А.Н., Богданов А.М., Новохадская О.Е., Соловьёв К.В.

СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия, [v.kapralov@spbstu.ru](mailto:v.kapralov@spbstu.ru)

Современные плазменные установки предъявляют все более высокие требования к системам управления плазмой [1]. Следует отметить дополнительные сложности в управлении крупными реакторными установками связанные с меньшим количеством доступных диагностик как из-за более прикладного характера систем, подобных ТИН, так и высоких нейтронных нагрузок, которые выдерживают не все диагностики, применяемые на исследовательских установках. Другой проблемой является уменьшение отношения мощности активных систем управления, например, дополнительного нагрева плазмы, к запасенной энергии в плазменной установке, что требует более раннего реагирования системы управления, если возникает угроза отклонения параметров разряда от заданного режима.

В докладе рассматриваются варианты расчета транспортных коэффициентов в режиме реального времени. Решение обратной задачи для уравнений переноса заменяется на их аппроксимацию с помощью нейронной сети. В общем случае это приводит к снижению точности решения, но существенно сокращает время расчета, делая доступным его применение в режиме реального времени и включение его результатов в контур управления установкой. Наряду с непосредственно измеряемыми параметрами, становится возможным в управлении установкой использовать и расчетные величины, например, коэффициенты переноса.

Другим направлением применения нейронных сетей в исследовании процессов переноса является их использование в моделировании [2]. Моделирование с применением мелкоячеистых сеток и неявных методов решения уравнений требует существенно большего процессорного времени, чем решение с помощью нейронной сети. Поэтому нейронные сети могут обеспечить предварительный перебор и поиск вариантов моделирования в полном объеме, что существенно ускоряет получение результатов.

Нейронными сетями не исчерпываются возможности применения машинного обучения в изучении процессов переноса. В докладе также рассматривается применение символьной регрессии, основанной на эволюционных алгоритмах. Символьная регрессия позволяет подобрать функциональный вид скейлингов для моделирования, как на основании экспериментальных данных, так и по результатам решения обратной задачи для уравнений переноса.

Настоящая работа поддержана Министерством науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере науки по проекту №0784-2020-0020 с использованием ФЦКП "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях" (проект RFMEFI62119X0021), включающего УНУ "Сферический токамак Глобус-М".

Литература

1. Dremin M.M. et al., Problems of Atomic Science and Tech., Ser. Th. Fusion, 2012 , 4, 58.
2. Kapralov V.G. et al., Journal of Physics: Conf. Series, 2017, 907, 1, 012027.

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