Анализ точности расчетов радиационных потерь на легких примесях в пристеночной и диверторной плазме токамаков [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Кукушкин А.Б., 1Левашова М.Г., 1,2Лисица В.С., 1Сдвиженский П.А., 1Шурыгин В.А.

1НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, [Kukushkin\_AB@nrcki.ru](mailto:Kukushkin_ab@nrcki.ru),  
2НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия.

Актуальность повышения точности расчета радиационных потерь (РП) на примесях в установках для магнитного удержания термоядерной плазмы обусловлена тем, что линейчатое излучение легких примесей (азота, неона, аргона) в существующих и планируемых экспериментах с термоядерной плазмой используется, во-первых, для охлаждения диверторной плазмы с целью защиты диверторных пластин и, во-вторых, для охлаждения всей плазмы при аварийном гашении разряда массированной инжекцией инертного газа.

В настоящей работе исследованы эффекты влияния структуры атомных уровней на различные способы расчета РП на линейчатое излучение легких примесей (азота, неона, аргона). Продемонстрирована необходимость уточнения алгоритмов пользования всеми базами данных для расчета РП низкотемпературной плазмы. Эта проблема является заведомо актуальной для атомов и ионов легких и средних по массе элементов, поскольку используемое в расчетах упрощение структуры атомных уровней в той или иной степени присутствует во всех базах данных. Этот вывод основан на анализе наиболее развитой и широко используемой в мировых термоядерных исследованиях базы данных OPEN-ADAS [1] для расчета РП плазмы. В частности, показано, что для аргона в диапазоне относительно малых температур Т, характерном для диверторной плазмы в стационарном режиме и всей плазмы на стадии гашения разряда, прямое суммирование вклада сильных линий в РП может превышать (вплоть до нескольких раз для ионов аргона с зарядом +3 и +2 при Т ~ 3-10 эВ) РП в модели атомных уровней, упрощенной путем их группировки и, соответственно, перемещения нижних возбужденных уровней на более высокие значения энергии относительно основного состояния иона.

В общем виде проанализированы эффекты упрощения кинетической модели расчета РП при группировке атомных уровней, приводящие к переоценке или недооценке РП в случае перемещения сильно излучающих возбужденных состояний на, соответственно, большие или меньшие энергии возбуждения при усреднении положения возбужденных состояний. Сформулирована реалистичная модель детализации структуры атомных уровней для корректного учета их мультиплетности с одновременной редукцией числа учитываемых радиационных переходов при расчете удельных радиационных потерь.

Литература

1. OPEN-ADAS database, <https://open.adas.ac.uk/>

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