Теория MSE диагностики в параболических координатах [[1]](#footnote-1)\*)

1Демура А.В., 1Леонтьев Д.С., 2Летунов А.Ю., 1Лисица В.С.

1НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, [leontievdmitiy@gmail.com](mailto:leontievdmitiy@gmail.com)  
2РФЯЦ-ВНИИТФ им. ак. Е.И. Забабахина, Снежинск, Россия

MSE диагностика является одной из основ определения токовой и магнитной структуры в современных токамаках. В ее основе лежит измерения штарковской структуры водородного пучка при его пролете через магнитное поле установки [1,2].

При пролете пучка нейтрального водорода через плазму в его системе координат возникает индуцированное электрическое поле **Е**, приводящее к расщеплению энергетических уровней атома с образованием поляризованного штарковского спектра, состоящего из двух систем хорошо разделенных компонент: π-компоненты с вектором поляризации, параллельным **E** и σ-компоненты, с вектором поляризации, лежащим в плоскости, перпендикулярной **Е** (Motional Stark Effect-MSE) [2].

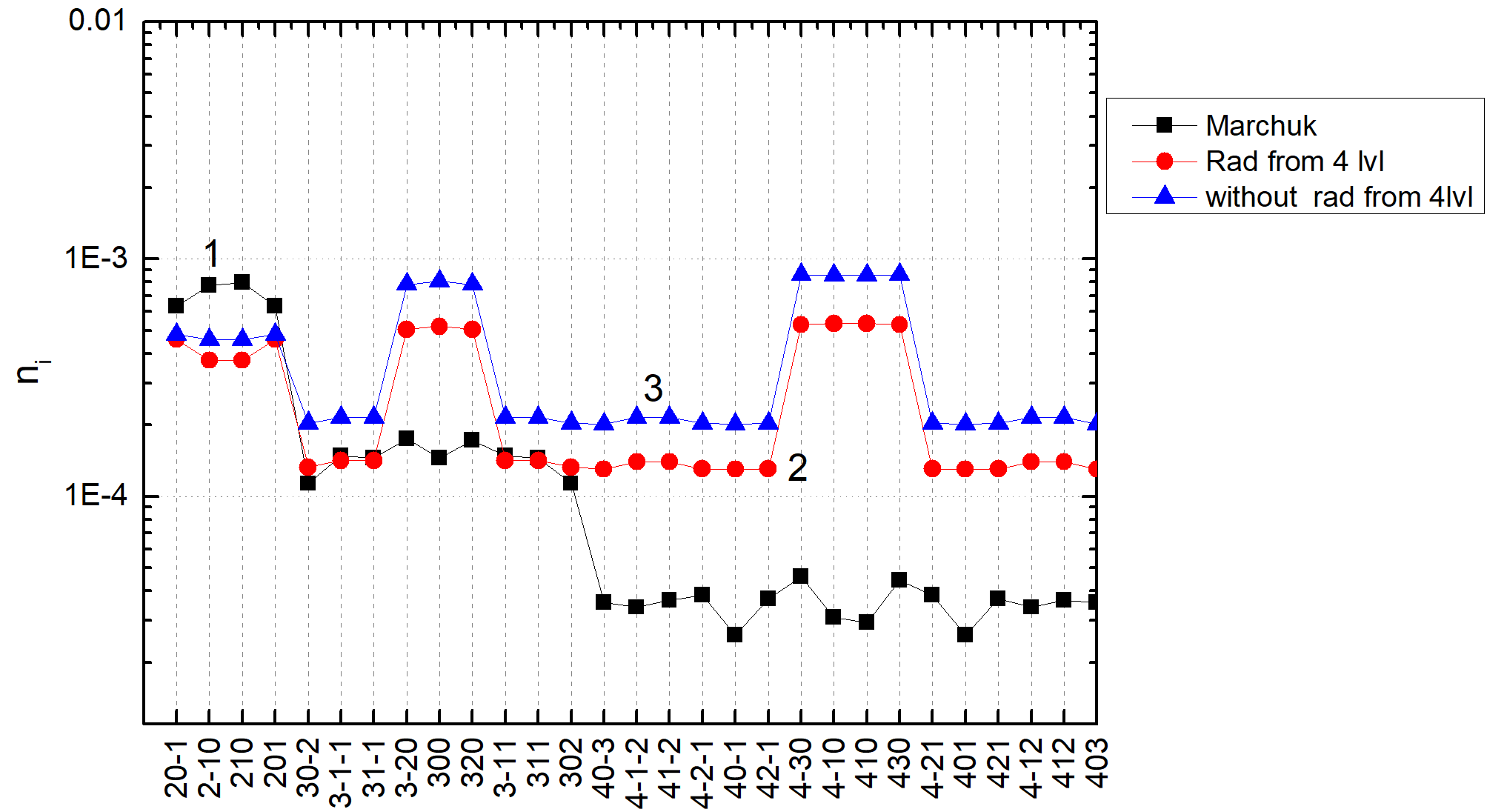
В данной работе проводился расчет сечений возбуждения переходов в атоме водорода при столкновении с протонами в приближении внезапных возмущений с использованием параболических волновых функций. Расчеты спектров в лабораторной системе наблюдения, связанные с волновыми функциями с осью квантования вдоль электрического поля, проводились с помощью разложения по базису параболических волновых функций, ориентированных вдоль вектора переданного импульса **q**, что упрощает вычисление матричных элементов. Для расчета вероятности возбуждения перехода использовались условия нормировки [3, 4], позволяющие устранить расхождение сечений переходов. Скорости радиационных распадов рассчитывались по формулам Гордона [5]. На основе данных по радиационно-столкновительным процессам была построена кинетическая модель для определения населенностей первых четырех уровней атома водорода. При этом рассматривалось два случая: 1) с уровня n=4 происходит радиационный распад на нижние уровни; 2) с 4 уровня происходит ионизация атома и радиационного распада нет. На рисунке 1 показаны рассчитанные в работе населенности уровней. Сравнение с данными работы [6], обнаружило достаточно хорошее согласие данных для населенностей уровней с n=2 и n=3.

Рис. 1. Относительные населенности уровней водорода для энергии пучка E=50 кэВ, концентрации протонов Np=3‧1013 см-3 магнитного поля B=1.5 Т. 1) данные работы [6]; 2) расчет с излучением с 4 уровня (1); 3) расчет без излучения с 4 уровня (2).

Литература

1. Крупин В.А. и др. РАЗРАБОТКА MSE ДИАГНОСТИКИ ПРОФИЛЯ ТОКА ДЛЯ УСТАНОВКИ Т-10. Москва: РНЦ “Курчатовский институт,” 1995. 33 с.
2. Marchuk O. et al. Collisional excitation and emission of Hα Stark multiplet in fusion plasmas // J. Phys. B At. Mol. Opt. Phys. 2009. Vol. 43, № 1.
3. Skobelev I.Y., Vinogradov A. V. Coulomb-Born and unitarised Coulomb-Born cross sections and rates of inelastic transitions in ion-ion collisions // J. Phys. B At. Mol. Phys. 1978. Vol. 11, № 16. P. 2899–2905.
4. Виноградов А.В. и др. Сечения и скорости неупругих переходов между близкими уровнями // Успехи Физических Наук. 1980. Т. 119. С. 120–129.
5. Bethe H.A., Salpiter E.E. Quantum mechanics of one- and two-electron atoms. Berlin: Springer-Verlag, 1957. 375 p.
6. Ralchenko Y. et al. A non-statistical atomic model for beam emission and motional Stark effect diagnostics in fusion plasmas // Rev. Sci. Instrum. 2012. Vol. 83, № 10. P. 1–4.

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