

**Д.В. Иванов<sup>1</sup>, Е.А. Шишкина<sup>2</sup>, В.В. Устинов<sup>1</sup>**

## **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА СПЕКТРОВ НА ТОЧНОСТЬ ЭПР-ДОЗИМЕТРИИ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ**

**D.V. Ivanov<sup>1</sup>, E.A. Shishkina<sup>2</sup>, V.V. Ustinov<sup>1</sup>**

## **Influence of the Spectrum Analysis Procedure on the Accuracy of the Tooth Enamel ESR-Dosimetry**

### РЕФЕРАТ

**Цель:** Оценить точность определения положения радиационного сигнала в процедуре деконволюции для восстановления его амплитуды при ЭПР-дозиметрии зубной эмали.

**Материал и методы:** Измерены 52 образца эмали зубов. Приготовление эмали велось химическим способом. ЭПР-спектры регистрировались с помощью спектрометра ERS-231, было получено 160 ЭПР-спектров. Обработка спектров велась методом компьютерной деконволюции (обратной интегральной свертки). Спектры остаточных шумов получались поточечным вычитанием подогнанного спектра из спектра ЭПР. С использованием спектров шума и модели радиационного сигнала был проведен статистический эксперимент, воспроизводящий процедуру обработки спектра: 1) с одним подгоночным параметром – амплитудой радиационного сигнала при его фиксированном положении на спектральной развертке; 2) с двумя подгоночными параметрами – амплитудой и положением линии.

**Результаты:** Линейность зависимости восстановленной в численном эксперименте амплитуды от ее истинного значения в обеих методиках обработки наблюдается для величин, превышающих тройное стандартное отклонение распределения амплитуд спектрального шума ( $3\sigma$ ). Ниже этого значения наблюдается отклонение от линейности полученных оценок амплитуд. Однако в первой методике линейность в пределах ошибки сохраняется при значениях имитируемой амплитуды выше  $\sigma$ . Таким образом, при измерении сигналов с интенсивностью, сравнимой с амплитудой шума, ошибка определения положения линии вносит существенный вклад в точность результата. В первой методике минимальная граница возможности восстановления амплитуды радиационного сигнала равна  $1\sigma$ , а во второй – 95-й процентили спектрального шума ( $1,64\sigma$ ). Отказываясь по тем или иным причинам от использования реперных сигналов во второй методике, экспериментаторы жертвуют возможностью проводить измерения в области низких амплитуд (от  $1\sigma$  до  $1,64\sigma$ ). Соответственно, область точных измерений амплитуд смещается с  $1,64\sigma$  до  $3\sigma$ .

**Ключевые слова:** *зубная эмаль, ЭПР, ретроспективная дозиметрия*

### ABSTRACT

**Purpose:** To estimate the influence of the error in the shift of ESR parameter evaluation on the uncertainty of amplitude reconstruction.

**Material and methods:** 52 tooth enamel samples were measured. The enamel samples were prepared by chemical treatment. The ESR spectra were recorded by ERS-231 spectrometer. The number of ESR spectra was 160. The spectra were processed by computer deconvolution. Residual noise spectra were obtained by point-to-point subtraction of simulated spectra from experimental one. The statistic experiment of spectrum processing simulation was conducted using residual noise spectra and model of radiation induced signal. Two variants of experiment were done: the first with one fitting parameter – amplitude of radiation induced signal, and second one with two parameters of amplitude and position of signal.

**Results:** In both cases, the dependence of numerically reconstructed experimental amplitude versus its true value is linear for amplitudes above  $3\sigma$  (where  $\sigma$  is a standard deviation of the noise). Below this value, the deviation from linearity is observed. However, in the first case, the dependence linearity within the error range persists for amplitude values above  $\sigma$ . Thus, when measuring signals with intensity comparable to the noise amplitude, the error in line position determination contributes significantly to the accuracy of the amplitude measurement results. In the first case, the minimum value of reconstructing amplitude of radiation signal is equal to  $1\sigma$ , while in second case it is equal to 95th percentile of the spectral noise ( $1.64\sigma$ ). Second case is a variant of the physical experiment in which the spectrum is recorded without the use of reference signals allowing the accurate scaling of the magnetic field sweep and, accordingly, to determine the position of radiation-induced signal. If the reference signals are refused for some reason, the results do not give the opportunity of measuring at low amplitudes (from  $1\sigma$  to  $1.64\sigma$ ). Accordingly, the area of accurate amplitude measurement in second case moves from  $1.64\sigma$  up to  $3\sigma$ .

**Key words:** *tooth enamel, ESR, retrospective dosimetry*