**Усовершенствованный подход к выделению дискретных элементов хоровых ОНЧ излучений**

**Ларченко А. В., Демехов А. Г.**

Предложен модифицированный алгоритм выделения дискретных элементов хоровых ОНЧ излучений на основе анализа динамических спектрограмм, устраняющий ключевые недостатки предыдущей версии [1]. Исходный метод, использующий морфологическую обработку с набором структурных элементов, демонстрировал высокую частоту ошибок, в основном связанную с ложными срабатываниями из-за вероятности детектирования одного и того же элемента как нескольких. Также к недостаткам метода можно отнести отсутствие возможности определения точных границ найденных элементов.

Усовершенствования метода включают: замену процедуры нерезкого маскирования на морфологическое top-hat преобразование для нормализации фона и лучшего выделения элементов, введение взвешенной нормализованной кросскорреляции и оценки относительного стандартного отклонения яркости пикселей для повышения точности детектирования, постобработку масок детектированных элементов для уточнения их контуров, основанную на расширении границ каждой маски с последующей пороговой бинаризацией (по методу Оцу).

Для увеличения скорости анализа динамических спектров ОНЧ-сигналов с целью детектирования дискретных хоровых элементов была реализована нейронная сеть **Mask R-CNN [2]**, адаптированная для задачи пиксельной сегментации объектов (instance segmentation). Маски объектов, полученные применением улучшенного алгоритма к данным спутников Van Allen Probes, служили эталонными данными для обучения нейронной сети.

Сравнение усовершенствованного подхода с исходным алгоритмом и методом прямого анализа волновых форм сигнала показало снижение ошибок детектирования и значительное ускорение процесса анализа данных. Также данный подход дает возможность разделения перекрывающихся элементов во времени и частотных полосах, недоступную для прямого анализа волновых форм сигнала. За счет точного определения границ элементов возможно получить улучшенные оценки их энергий, скоростей частотного дрейфа и амплитуд.

Работа Ларченко А.В. поддержана Российским научным фондом (проект № 23-62-10043).

1. Ларченко А.В., Демехов А.Г., Козелов Б.В. Метод параметризации дискретных элементов хоровых онч излучений Известия вузов. Радиофизика. 2019. Т. 62. № 3. С. 177-193.
2. K. He, G. Gkioxari, P. Dollár and R. Girshick, "Mask R-CNN," 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Venice, Italy, 2017, pp. 2980-2988.