







Рис. 2. Суточные ходы полос когерентности ТРК для различных сезонов

Текстура на рисунке характеризует диапазон наблюдавшихся за указанный период значений предельной полосы частот. Так, в марте диапазон вариаций полосы составил 71...187 МГц; в июне 72...123 МГц; в сентябре 71...188 МГц и в декабре 70...202 МГц. Видно, что для всех сезонов значения полосы в дневное время меньше, чем в ночное. Пунктиром показаны значения и интервалы времени для ночных и дневных полос, когда алгоритм их выбора не является адаптивным. При этом

дневные полосы являются предельными за сутки, если в алгоритме не учитывать переходы от дня к ночи. Поэтому для всех сезонов предельная полоса по данным 2022 г. не должна превышать 70 МГц.

При адаптации предельная полоса опорного канала может достигать: в марте 145 и 187 МГц, в июне 102 и 123 МГц, в сентябре 133 и 188 МГц, в декабре 163 и 202 МГц.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развит метод и комплекс средств для сенсорной диагностики предельной полосы ТРК с дальнейшей её адаптацией к условиям воздействия дестабилизирующих факторов ионосферы при функционировании систем спутниковой связи. Для экспериментальных исследований развит программно-аппаратный комплекс, включающий интеллектуальные пассивные радиосенсоры ГНСС и программное обеспечение, реализующее режимы анализа, машинного обучения и инверсной фильтрации. Метод прошел экспериментальную верификацию в части решения задачи обеспечения предельной полосой частот ТРК. Экспериментально установлено, что на опорной частоте без адаптации можно получить каналы с полосой канала не превышающие 70 МГц. Адаптация к суточным вариациям параметров дисперсии позволяет увеличить полосу когерентности в среднем до 2.5 раза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иванов Д.В., Иванов В.А., Кислицын А.А. и др. Адаптивное управление предельной полосой частот систем спутниковой связи в трансionoсферных радиоканалах в условиях частотной дисперсии среды // Вестник ПГТУ. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2021. № 3(51). С. 14–30. DOI 10.25686/2306-2819.2021.3.14. EDN UQKLTO
- Иванов Д.В., Иванов В.А., Рябова Н.В. и др. Обеспечение предельной широкополосности систем спутниковой радиосвязи в условиях внутримодовой дисперсии трансionoсферных радиоканалов // Радиотехника и электроника. 2023. Т. 68, № 6. С. 571–578. DOI 10.31857/S0033849423060049, EDN XLUNDS.
- Кислицын А.А. Комплексный подход к адаптивной компенсации дисперсионных искажений системных характеристик широкополосных трансionoсферных радиоканалов // Вестник ПГТУ. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2019. № 3(43). С. 6–21.
- Пантелеймонов И.Н., Мырова Л.О., Яхин И.Х. и др. Основные перспективные направления системного проектирования сетей и систем спутниковой связи // Электросвязь. 2022. № 8. С. 8–17.
- Yasyukevich Y., Mylnikova A., Vesnin A. GNSS-based non-negative absolute ionosphere total electron content, its spatial gradients, time derivatives and differential code biases: Bounded-variable least-squares and Taylor series // Sensors. 2020. V. 20, N 19. P. 1–20. Doi 10.3390/s20195702.
- Armand N.A. Propagation of broadband signals in dispersive media // J. Communications Technology and Electronics. 2003. V. 48, N 9. P. 1045–1057.