

Низкочастотные волновые исследования на спутнике «Интеркосмос-19»

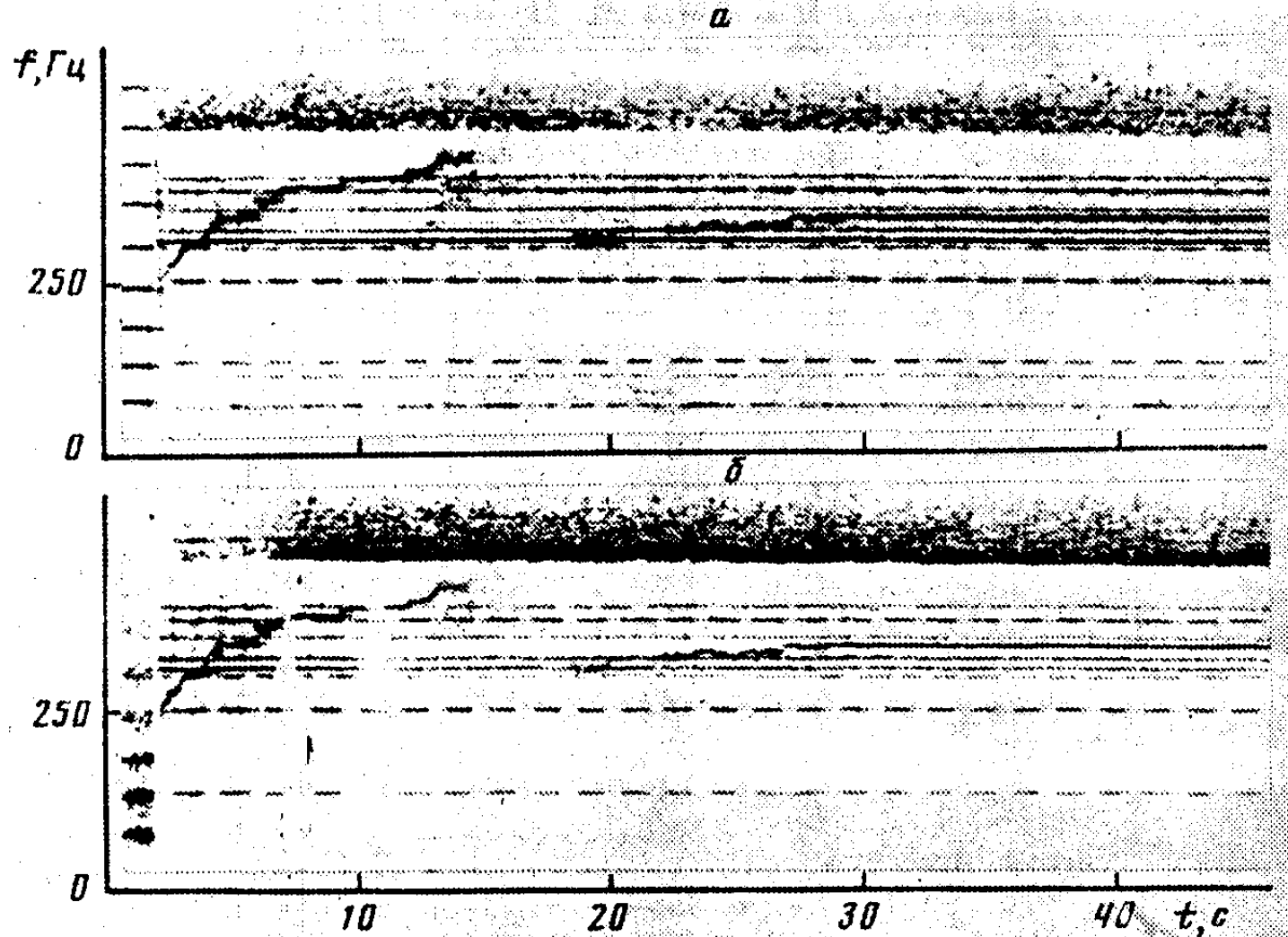
*Михайлов Ю.М., Соболев Я.П., Гдалевич Г.Л.,
Титова Е.Е., Яхнина Т.А., Капустина О.В.,
Рожков В.Б., Никифоров Е.А., Войта Я.*

На спутнике ИК-19 был установлен двухканальный приемник **ОНЧ-сигналов АНЧ-2МЕ** (СССР, Чехословакия) для одновременной регистрации электрической и магнитной составляющих как естественных, так и искусственных низкочастотных сигналов в диапазоне $0,07 \div 20$ кГц [О.В.Воробьёв, В.В.Коробовкин, Ю.М.Михайлов, В.Б.Рожков, Я.П.Соболев. Приемная аппаратура для регистрации естественных низкочастотных сигналов и шумов АНЧ-2МЕ. Сборник «Аппаратура для исследования внешней ионосферы», Москва, 1989, стр.227-243].

В отличие от предыдущих волновых экспериментов на борту ИК-19 была установлена **станция ИС-338 для зондирования ионосферы** сверху [Г.В.Васильев, Л.П.Гончаров, Ю.В.Кушнеревский, В.В.Мигулин, М.Д.Флигель. Спутниковая система импульсного зондирования ионосферы ИС-338. Сборник «Аппаратура для исследований внешней ионосферы». Москва, 1989, стр.13-29].

С борта ИСЗ излучались импульсы длительностью 133 мкс, заполненные перестраиваемой высокой частотой от 0,3 до 15,95 МГц. Излучаемая мощность составляла 200 Вт. Частота повторения импульсов была равна 58,6 Гц. Режим работы ИС-338 был следующий: станция ИС-338 излучала импульсы в течение 6 сек (время перестройки всего диапазона станции) и последующие 58 сек она не работала. Во время работы ионосферной станции оба широкополосных канала ОНЧ-приемника были полностью перегружены гармониками частоты повторения импульсов станции ИС-338.

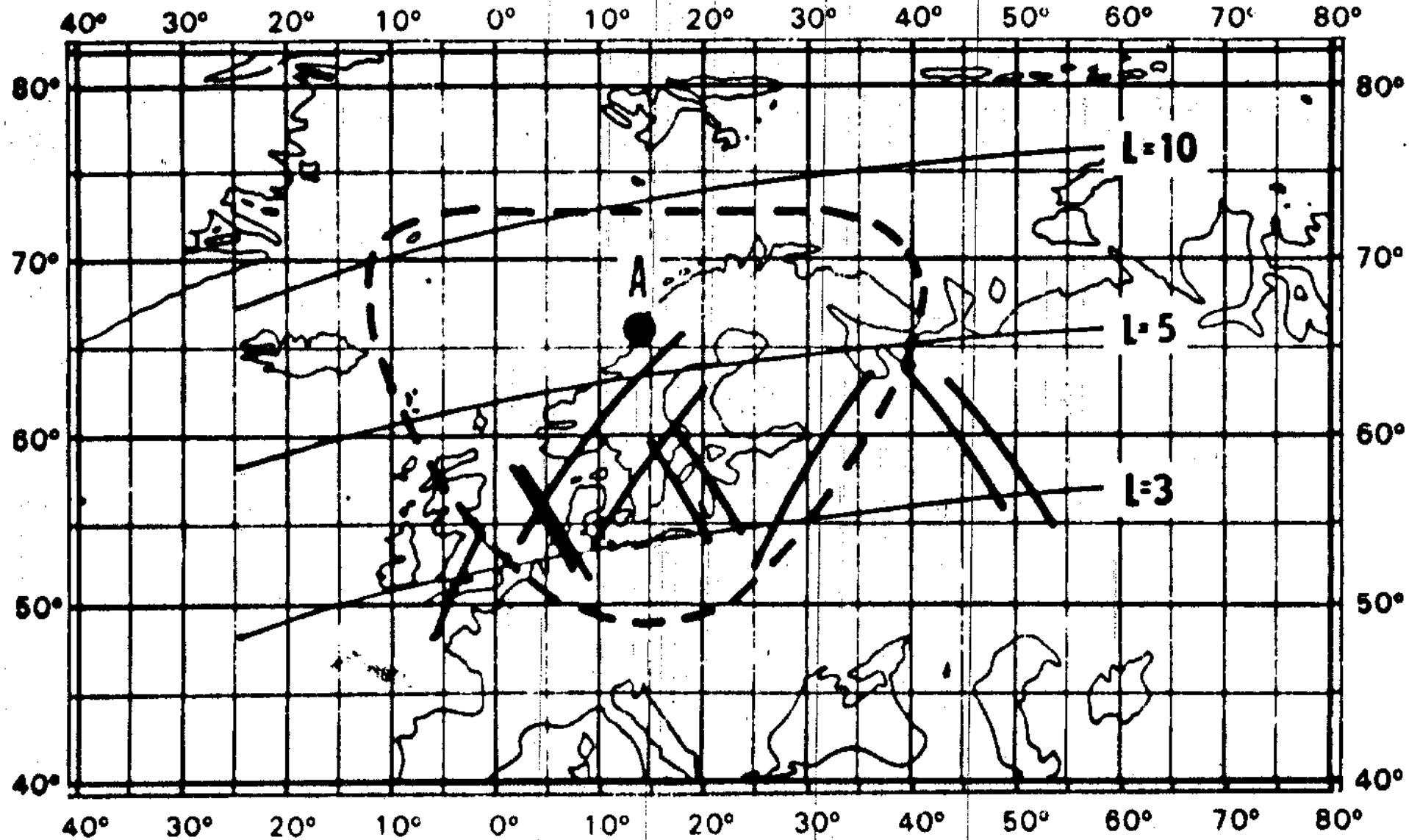
После окончания излучения передатчика ИС-338 ОНЧ-приемник регистрировал необычное низкочастотное излучение, частота которого повышалась от 240 до 360 Гц [Г.В.Васильев, Ю.В.Кушнеревский, В.В.Мигулин, О.А.Молчанов, Я.П.Соболев, М.Д.Флигель. Возбуждение циклотронных волн в верхней ионосфере в диапазоне частот модуляции КВ-передатчика на борту ИСЗ «Интеркосмос-19». Геомагнетизм и аэрономия, 1986, том XXVI, №5, стр.729-734].



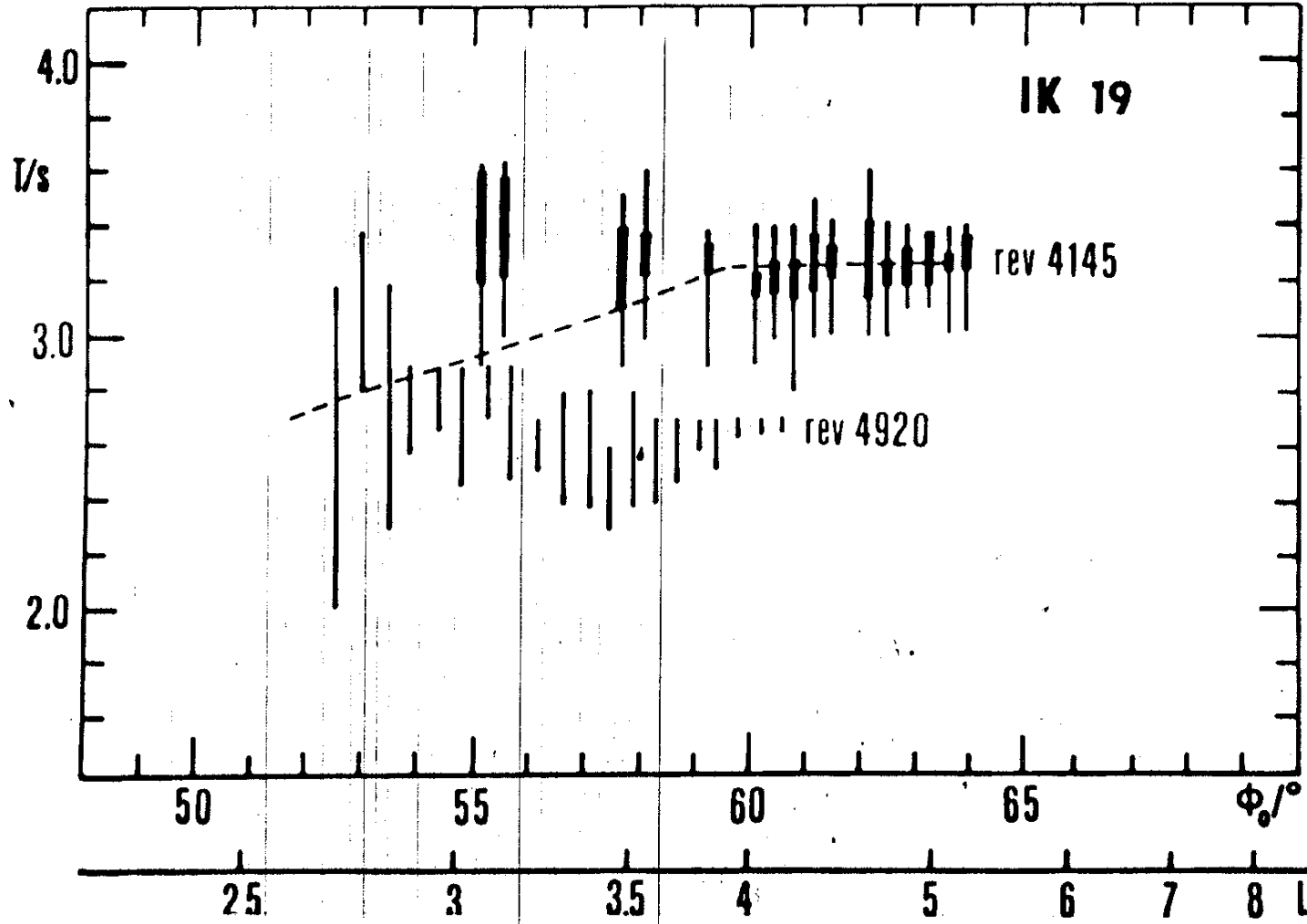
Динамический спектр сигналов, принятых на витке 1640 ИСЗ «Интеркосмос-19» 21.06.1979г. а – магнитная составляющая, б – электрическая составляющая. Первый сигнал является излучением вблизи гармоники циклотронной частоты ионов гелия He^+ , совпадающей с гармоникой частоты модуляции бортового передатчика ионозонда $f = 58,6$ Гц.

Уширение спектра сигналов СДВ передатчиков

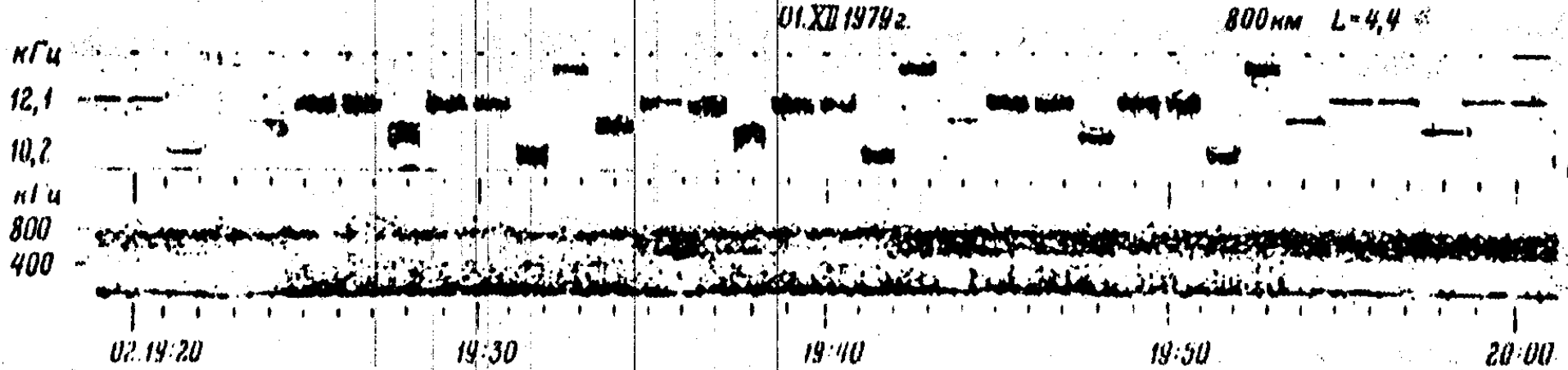
На ИСЗ ИК-19 были зарегистрированы сигналы низкочастотной станции Омега, расположенной в полярной области: $\varphi=66,4^{\circ}\text{N}$, $\lambda=13,2^{\circ}\text{E}$, $L = 5$, станция Aldra. Эта станция периодически каждые 10 сек излучает сигналы на частотах 10,2; 11,05; 11,33; 12,1; 13,6 кГц длительностью от 0,9 сек до 1,2 сек [O.A.Molchanov, O.A.Maltseva, E.E.Titova, V.I.Di, F.Jiricek and P.Triska. Observations of whistler-type echoes on signals of a ground VLF transmitter on board the “Intercosmos-19” satellite. Adv.Space Res., vol.2, N10, pp.227-229, 1983].



Проекция нескольких орбит, на которых были зарегистрированы эхо-сигналы станции Ω (Aldra). Пунктирная кривая определяет зону регистрации сигналов передатчика, прошедших через ионосферу до спутника



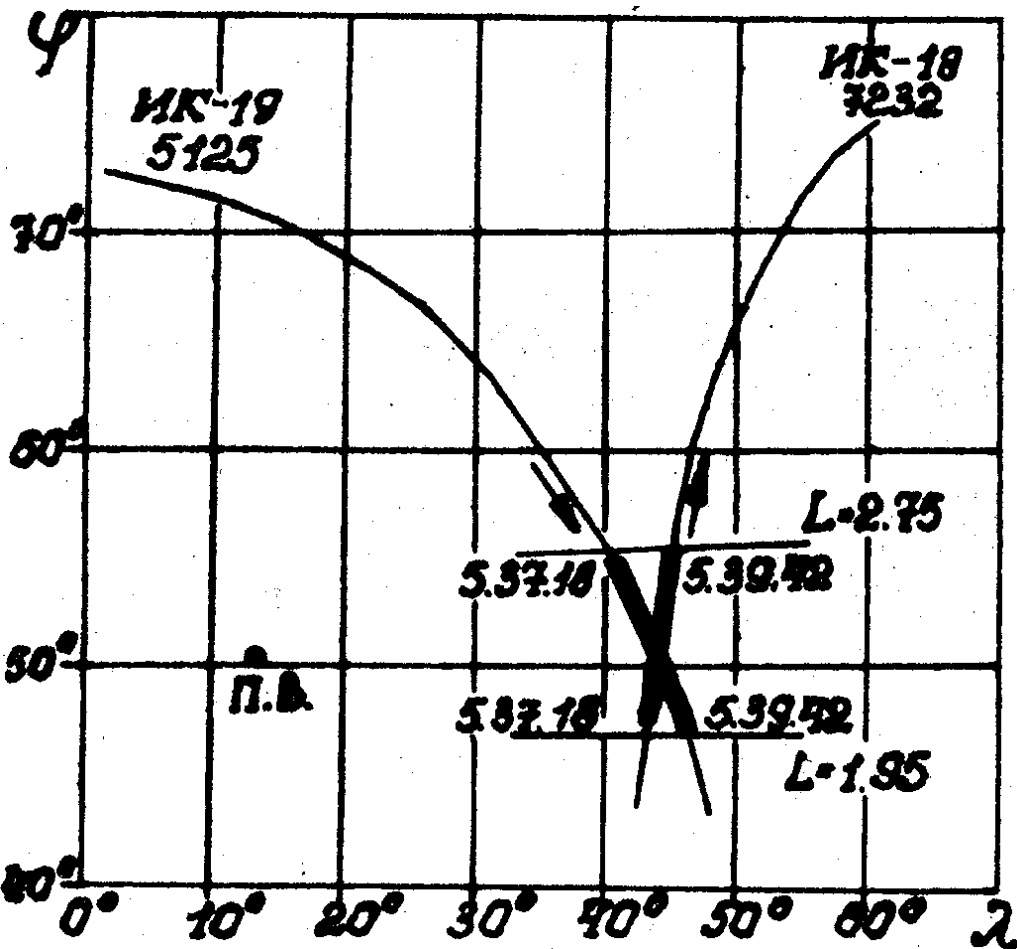
Зависимость времени запаздывания эхо сигналов передатчика Ω (Aldra) для витков: 4145 и 4920. Начало уширения спектра сигналов ОНЧ-передатчика коррелировало с появлением в электрической составляющей шумов в диапазоне частот меньше 1 кГц



Спектрограмма сигналов передатчика Ω (Aldra) и КНЧ-излучений, зарегистрированных на электрической антенне на витке 4906 1.12.1979г. С 14:35 до 19:55 видны уширенные спектры сигналов передатчика Ω (Aldra) [Е.Е.Титова, В.И.Ди, Ф.Иржичек, И.В.Лычкина, О.М.Распопов, В.Ю.Трахтенгерц, П.Триска, В.Ю.Юоров. Уширение спектра сигналов ОНЧ передатчиков в верхней ионосфере. Геомагнетизм и аэрономия, 1984, том XXIV, №6, стр.935-943]. Анализ полученной информации во всей полосе частот регистрации (0,07 – 20 кГц) показал, что корреляция уширения спектра сигналов ОНЧ-передатчика с появлением в электрической составляющей низкочастотных шумов существует и в этом случае.

Уширение спектра ОНЧ-сигналов наблюдается преимущественно в авроральных широтах. Типичная величина уширения $\Delta f = \pm 300 \div 500$ Гц. В уширенном сигнале наблюдается электрическая компонента. Эффект уширения спектра тесно коррелирует с появлением в окрестности спутника электрических КНЧ-шумов. Для объяснения уширения спектра предполагается, что происходит трансформация исходного ОНЧ-сигнала в квазипродольную (плазменную) волну вблизи резонансного конуса. Такая трансформация происходит при взаимодействии свистовой волны с низкочастотной ионосферной турбулентностью. Последняя проявляется при зондовых измерениях на спутнике в виде электростатических КНЧ-шумов, которые представляют собой мелкомасштабные квазинейтральные флуктуации плотности электронов и ионов.

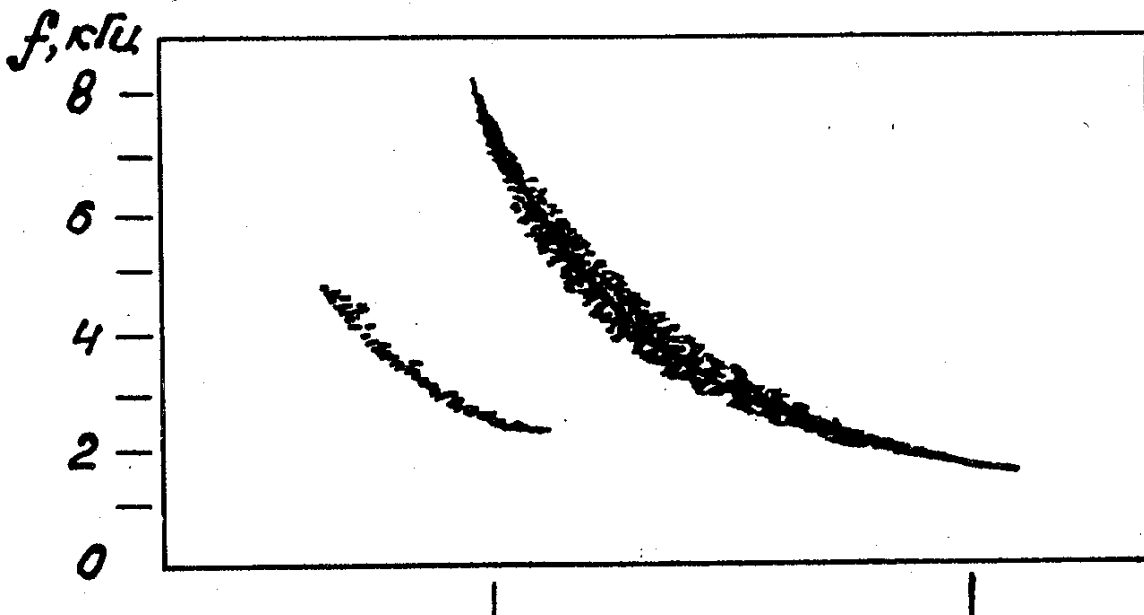
Пространственно-разнесённый ОНЧ-эксперимент на спутниках Интеркосмос-18 и Интеркосмос-19



По результатам совместных пролётов ИСЗ ИК-18 и ИК-19 приводятся особенности распространения свистящих атмосфериков (СА) и зависимость от местного времени характеристик ОНЧ-сигналов типа шипений (hiss).

Траектории спутников

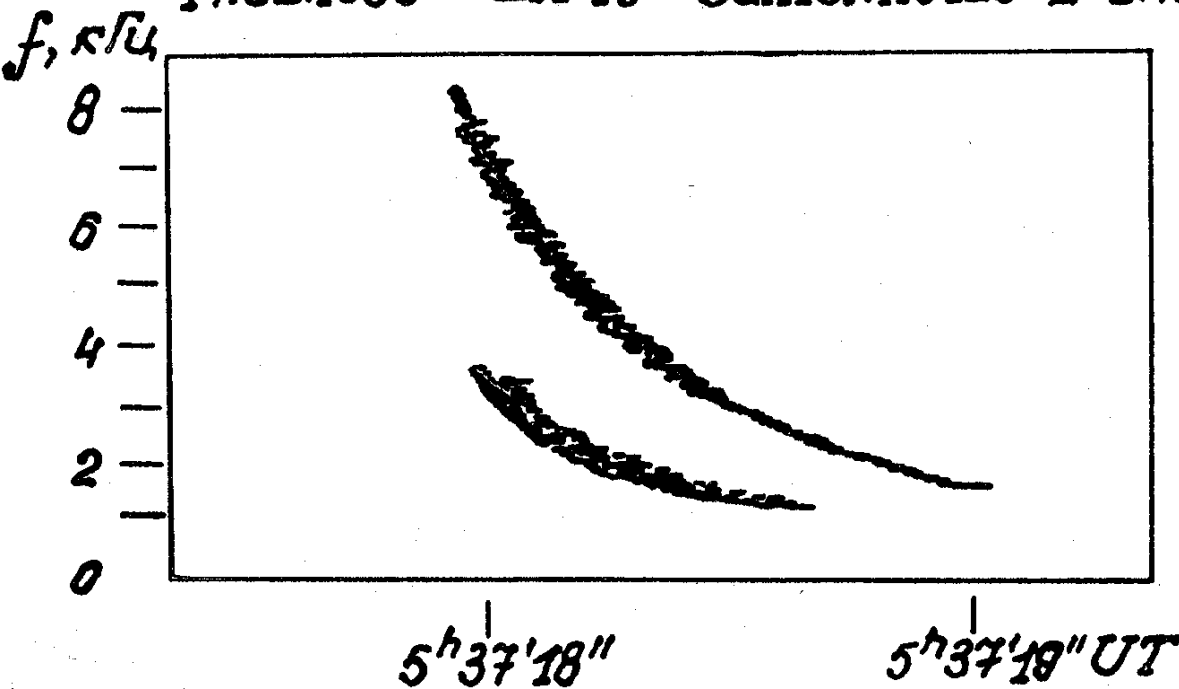
17.02.1980 ИК-18 Виток №7232 L=1.95



Сонограммы СА,
зарегистрированных
17.02.1980г. на спутниках
ИК-18 и ИК-19.

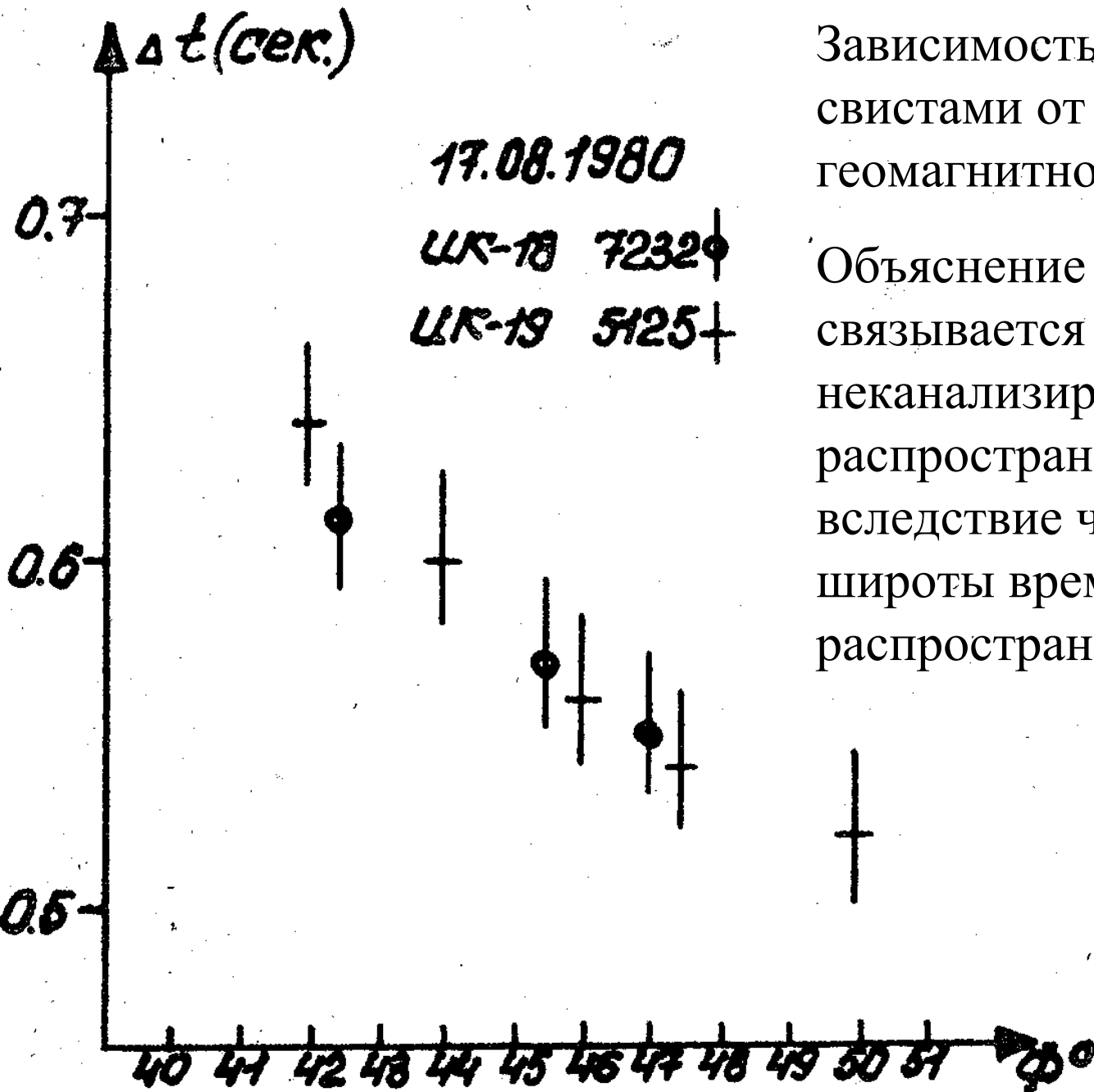
Наблюдаются разные
интервалы между первым
и вторым свистом для

17.02.1980 ИК-19 Виток №5125 L=2.75



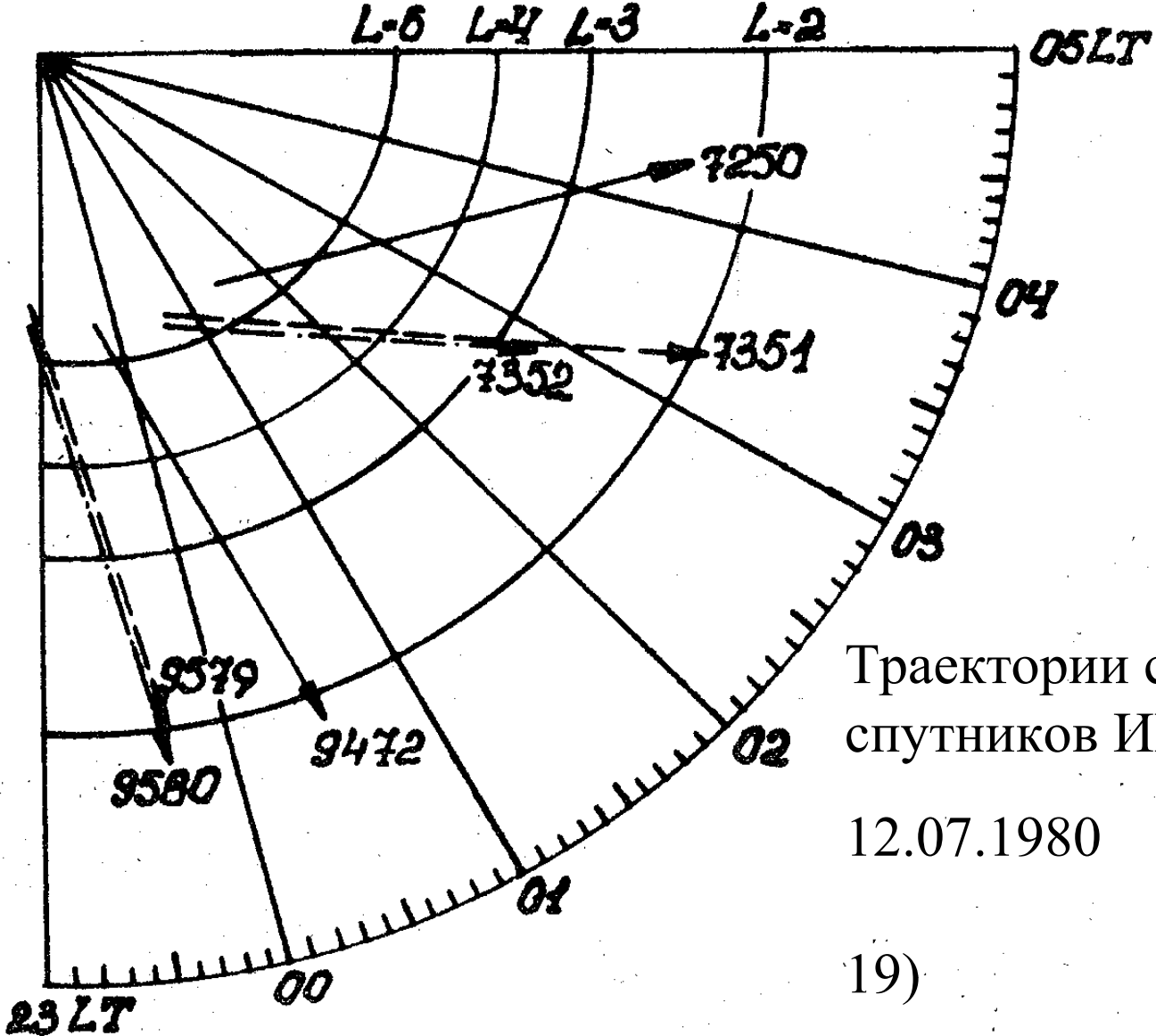
спутников, находящихся
на разных L-оболочках
(ИК-19 – L = 2,75;

ИК-18 - L = 1,95



Зависимость интервала Δt между свистами от инвариантной геомагнитной широты.

Объяснение этой зависимости связывается с неканализированным распространением первых СА, вследствие чего с увеличением широты время их распространения увеличивается



Траектории совместных пролётов
спутников ИК-18 и ИК-19:

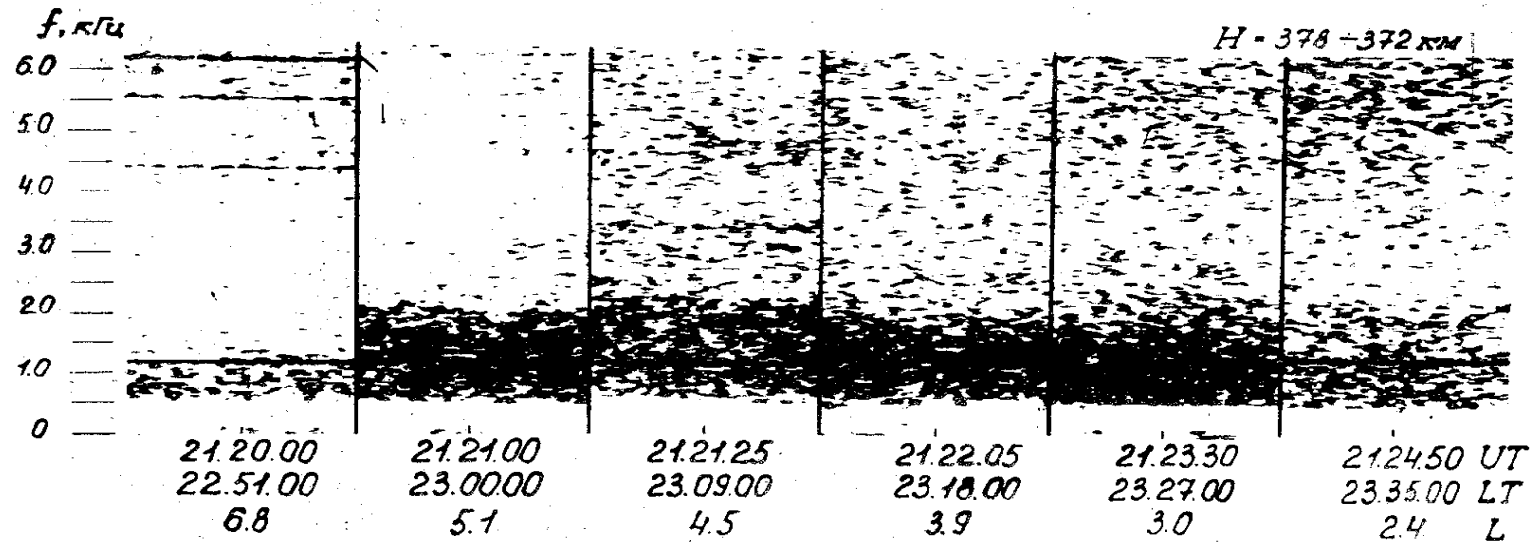
12.07.1980 № 9472 (ИК-18) и
№ 7250 (ИК-
19)

19.07.1980 № 9579 (ИК-18) и
№ 7351 (ИК-
19)

Интеркосмос-18

Виток № 9579

19.07.1980

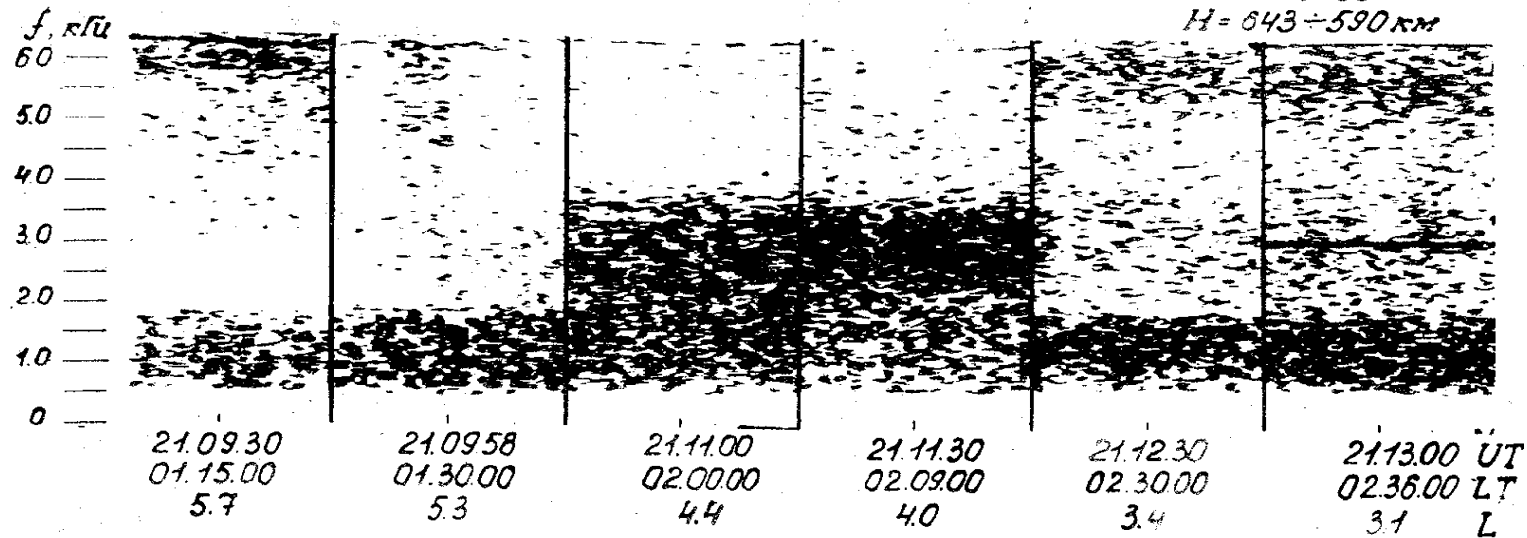


Интеркосмос-19

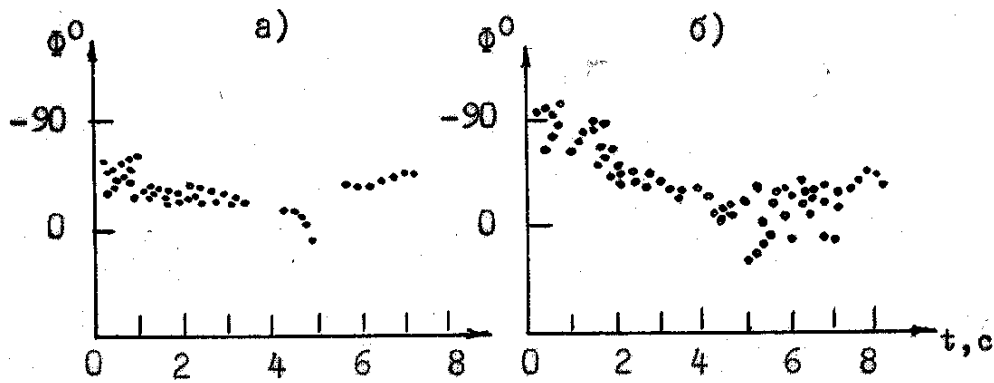
Виток № 7351

19.07.1980

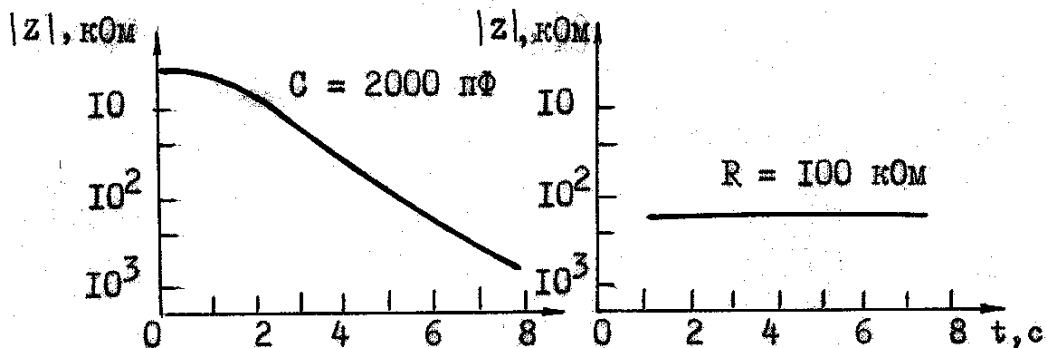
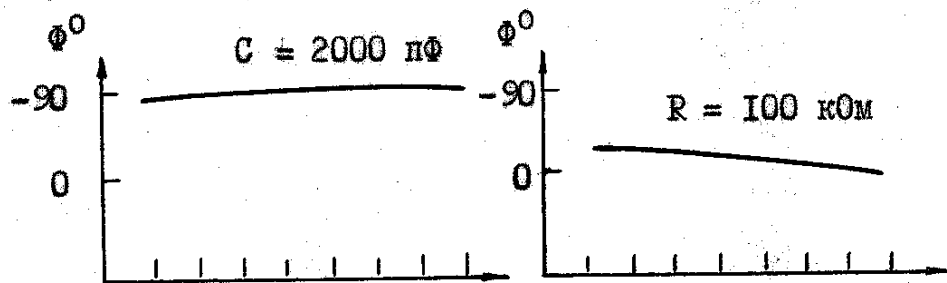
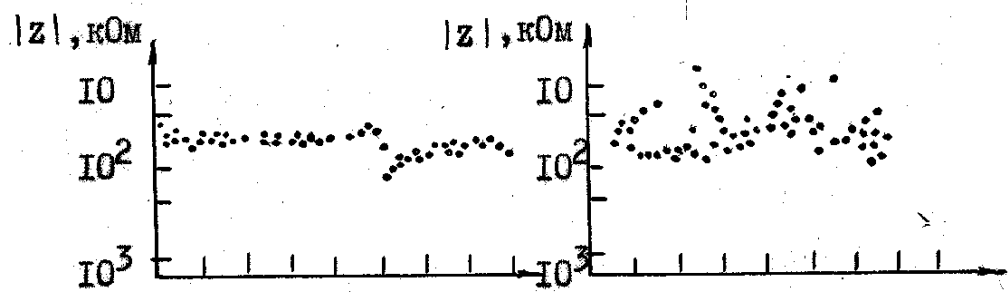
H = 643-590 км



Сонаграммы шумовых излучений, зарегистрированных 19.07.1980г. на витках № 9579 (ИК-18) и № 7351 (ИК-19). Верхняя частота описывается формулой $f_{\text{пак}} = f_{\text{H}} \cdot A / (A + 1)$, где $A = (T_{\perp} - T_{\parallel}) / T_{\parallel}$.



Измерение импеданса электрических зондов: верхние кривые для высоты 500 км; *а* - в однородной плазме, *б* - в неоднородной плазме, нижняя пара кривых для эталонных нагрузок $C = 2000$ пФ, $R = 100$ кОм.



Разработка электрических зондов для ИК-19 осуществлялась ИЗМИРАН совместно с ИКИ (Г.Л.Гдалевич)

Заключение

Таким образом, на спутнике ИК-19 были проведены первые активные эксперименты в космосе и полученные результаты актуальны до сего времени