



ИНСТИТУТ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вариации скорости дрейфа ионизации над югом Восточной Сибири по архивным данным станций вертикального зондирования

Д.С. Хабитуев, Черниговская М.А.



Введение

Работа посвящена восстановлению и анализу ретроспективных данных полученных в ИСЗФ (СибИЗМИР) по диагностике динамического режима ионосферы на станциях радиозондирования ионосферы в п. Зуй и п.Бадары

Радиозондирование ионосферы вблизи Иркутска на ст. Зуй проводилось с 1957 по 1982гг, а на ст. Бадары проводилось с 1974 по 1996г.

Метода разнесенного приема с малой базой (метод D1) являлся на момент применения одним из самых распространенных и информативных методов диагностики движений в ионосфере (широкая мировая сеть).

Актуальность данного исследования состоит в том, что накопленные данные охватывают почти 30 летний временной интервал (климатический период) с 1957 по ~1990е годы, однако систематический анализ и обобщение результатов этих исследований остается на низком уровне (особенно для ст. Зуй). Ввиду того, что регистрация данных в период исследований проводилась вручную (данные зондирования заносились в специальные журналы наблюдений и публиковались в сборниках) и по наст время хранятся в библиотеке института в печатном виде.



п.Зуй – место проведения первых исследований ионосферы в Сибири (1948г – образование Иркутской ионосферной станции, первая ионограмма)

Начало проведения измерений методом D1

Указ об создании СибИЗМИРа. (1960г), начало выхода периодического издания «Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца» (сейчас журнал СЗФ)

Лаборатория динамики ионосферы СибИЗМИР



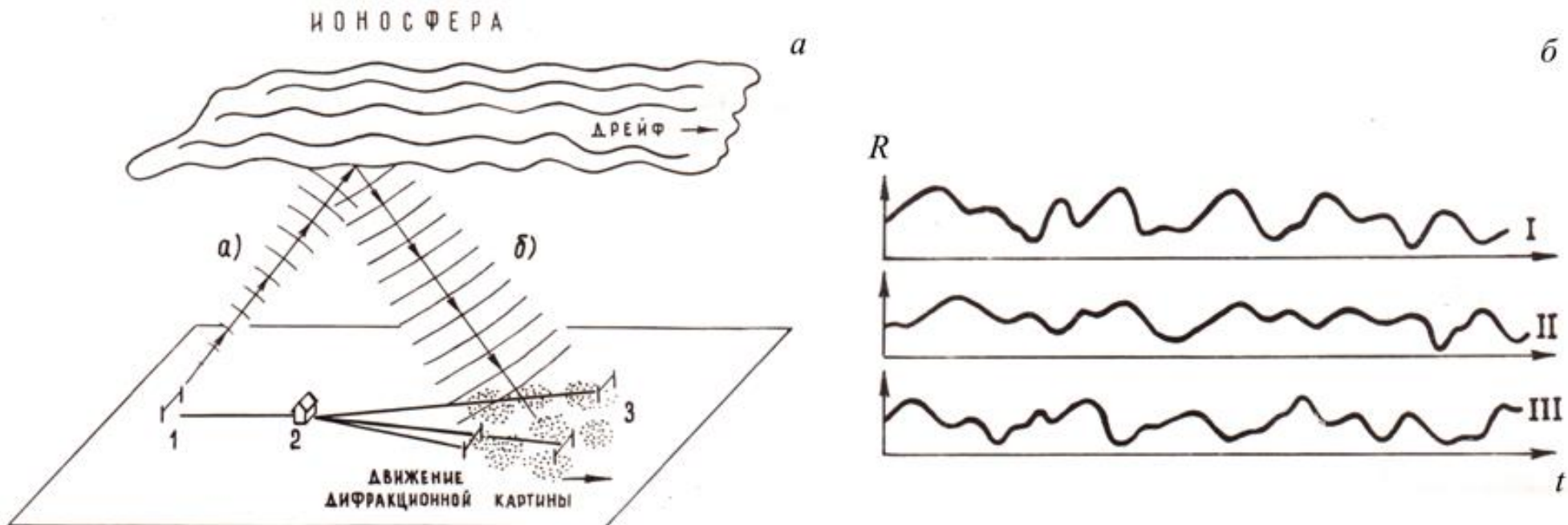


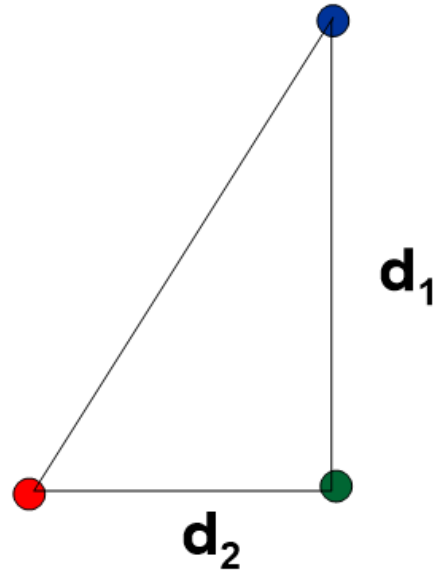
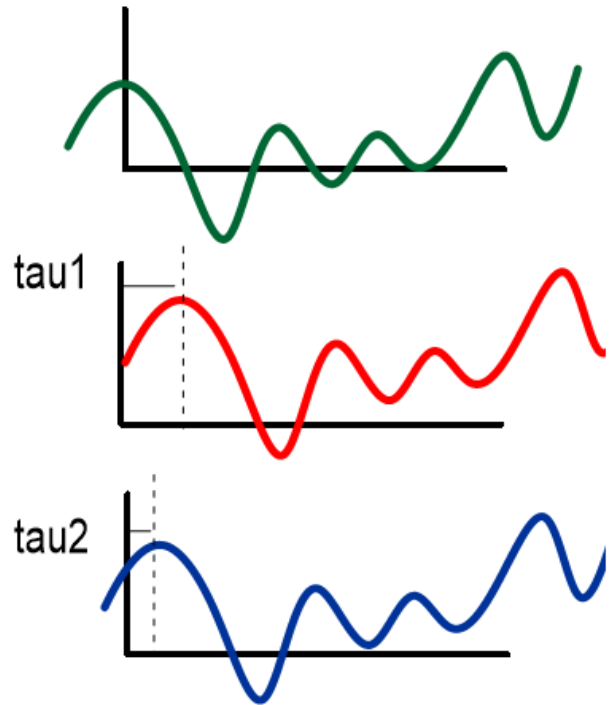
Метод D1

1 передающая антенна и 3 разнесенных приемных антенны на расстоянии нескольких сотен метров.

Позволяет получать дифракционную картину амплитуды R отраженного сигнала.

По взаимному смещению (федингу) принятого сигнала в 3 точках определяется скорость и направление движения (в предположении только горизонтального распространения движения)





$$\frac{1}{V'^2} = \frac{1}{W'^2} + \frac{1}{U'^2}$$

$$\operatorname{ctg} \Phi = \frac{W'}{U'}$$

V' - скорость дрейфа дифракционной картины

Φ – азимут (по часовой стрелке от направления на Север)

$$W' = \frac{d}{\tau_1} \quad U' = \frac{d}{\tau_2}$$



Параметры установки (ст. Зуй):

Рабочая частота	2.2-2.25МГц
Мощность	20КВт (в импульсе)
Длительность импульса	100мкс
Частота	50Гц
Полоса пропускания приемника	18КГц

Передающая антенна в виде вертикального расщепленного ромба с максимальной высотой подвеса 40м

Приемные антенны несимметричные Г-образные, с высотой подвеса 10м. Расположены параллельно друг другу в вершинах прямоугольного Треугольника, катеты которого имеют длину 120м и ориентированы в Широтном и долготном направлениях.

Отличие от ионозонда – передача на одной частоте (либо нескольких фиксированных)



Дата Date	Время Time GMT	высота (км) Region Height (km)	V м/сек. m/s	Ф град. deg.	Vx м/сек. m/s
Апрель — 1958 год					
11	09.03	80 E	54	43.5	+43
12	00.02	90 E	47	134	+33
15	06.38	80 E	77	157	+30
16	17.02	270 F	60	322	-37
18	00.04	100 E	30	108	+28
	09.04	90 E	97.5	45	+70
	10.03	90 E	46	130	+34
	18.10	320 F	U20	27	+8
	22.05	350 F	100	202	-36
19	01.00	100 E	52	138	+36
	02.00	90 E	33	148	+18
	03.03	90 E	U102	72	+95
	04.02	90 E	47	124	+40
	06.01	90 E	63.5	150	+31
	09.01	90 E	U88	316	-61
20	02.02	80 E	133.5	144	+82
	05.01	80 E	73	130	+50
	07.02	80 E	74	125	+60
	22.00	90 E	182.5	338	-70

Пример записи в журнале наблюдений.

Дата	Время	Высота	Слой	V	Ф	Vx
Date	GMT	Height	Region	m/s	deg.	m/s

В журнал заносились только акты зондирования, для которых удавалось субъективно установить «подобие» дифракционной картины для 3х точек приема (30-40% от всего массива данных). Расчет ВКФ в то время не проводился.



year	month	day	time	dayofyear	partofyear	height	V_x(zona)	V_y(meri)	V	Azimuth
1962	2	8	5,07	38,0006	1962,10468798	110	-65	-51	82,62	231,88
1962	2	8	13,02	38,0015	1962,10559551	240	20	-70	72,8	164,05
1962	2	10	6,03	40,0007	1962,11027778	105	-42	37	55,97	311,38
1962	2	10	10,03	40,0011	1962,1107344	200	51	-112	123,07	155,52
1962	2	26	3,05	56,0003	1962,15377283	110	-89	-55	104,62	238,28
1962	2	26	5,05	56,0006	1962,15400114	105	-56	27	62,17	295,74
1962	3	20	2,23	78,0003	1962,21395358	115	-54	-89	104,1	211,25
1962	3	20	7,05	78,0008	1962,21450342	105	20	88	90,24	12,8
1962	3	20	8,05	78,0009	1962,21461758	110	-89	31	94,24	289,2
1962	3	21	4,05	79,0005	1962,21690068	105	48	-37	60,61	127,63
1962	4	17	8,05	106,0009	1962,29132991	110	89	-54	104,1	121,25
1962	4	18	0,08	107	1962,2931602	110	66	0	66	90
1962	4	18	9,07	107,001	1962,29418569	110	30	51	59,17	30,47
1962	4	18	10,03	107,0011	1962,29429604	110	72	97	120,8	36,59
1962	4	18	16,13	107,0018	1962,29499239	270	64	37	73,93	59,97
1962	4	19	5,12	108,0006	1962,29647451	110	89	-55	104,62	121,72
1962	4	19	8	108,0009	1962,29680365	115	-89	55	104,62	301,72
1962	5	15	0,07	134	1962,3671309	110	-36	65	74,3	331,02
1962	5	15	2,08	134,0002	1962,36736111	110	35	13	37,34	69,62
1962	5	15	6,08	134,0007	1962,36781773	105	33	40	51,86	39,52
1962	5	15	7,12	134,0008	1962,36793569	105	39	39	55,15	45
1962	5	15	8,08	134,0009	1962,36804604	110	38	19	42,49	63,43
1962	5	16	2,1	135,0002	1962,37010274	115	75	0	75	90
1962	5	16	3,08	135,0004	1962,37021499	110	74	30	79,85	67,93
1962	5	16	4,08	135,0005	1962,37032915	105	63	-21	66,41	108,43
1962	5	16	6,08	135,0007	1962,37055746	100	68	-24	72,11	109,44

Данные из печатных журналов наблюдений вручную переносились в цифровой формат.

Из всего объема данных были созданы 2 базы данных БД Зуй и БД Бадары (csv формат с единой формой записей), которые размещены во внутренней локальной сети ИСЗФ.



БАДАРЫ

Открыть файл

Year	month	day	hour	min
1974	8	9	20	30
			V (м/с)	phi
			46,23	21,57

Обработка

после 1985 года

1990г

<< >>

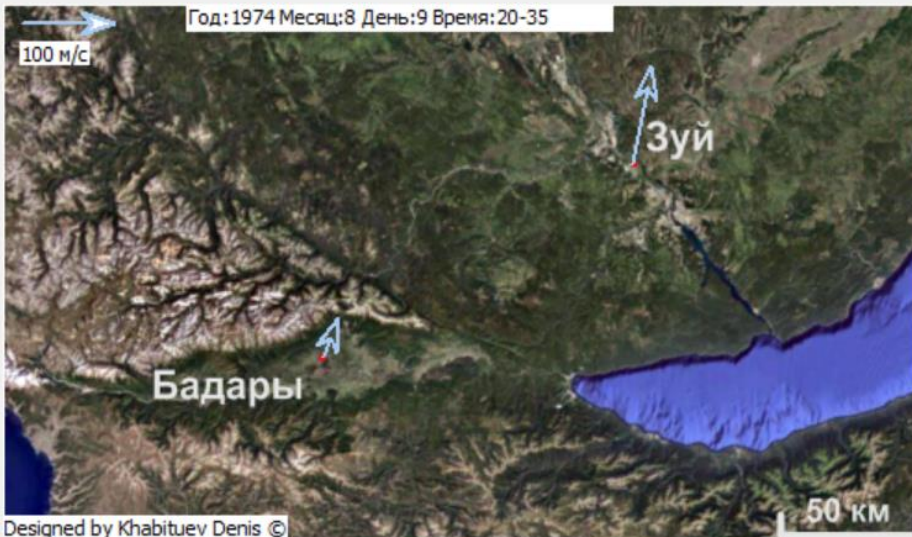
Зуй

Открыть файл

Year	month	day	hour	min
1974	8	9	20	35
высота	слой	V (м/с)	phi	
11,10	F2	109,0	280	

обработка

<< >>



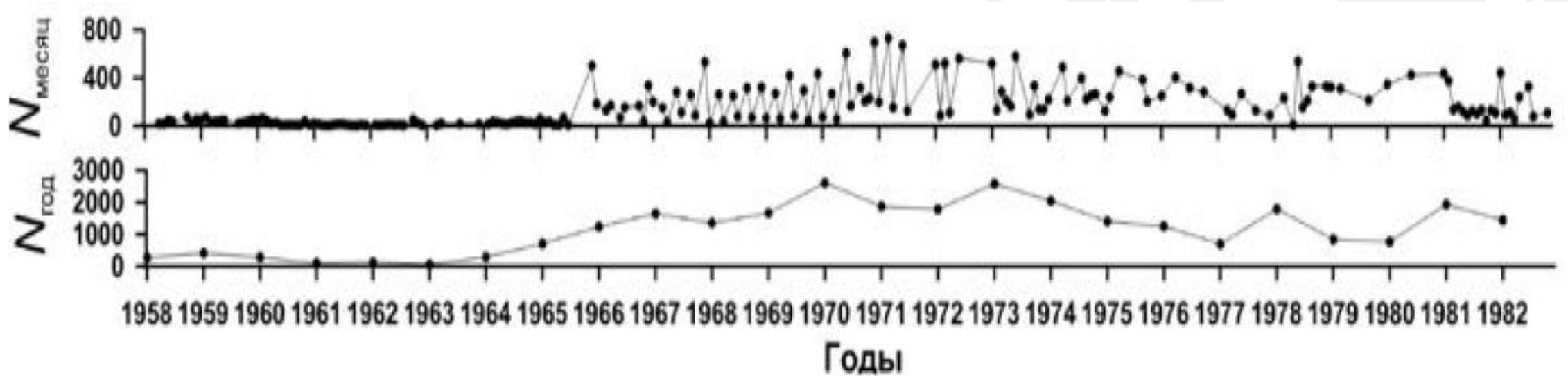
сохранить JPEG

Также была создана визуальная оболочка для удобства просмотра и сравнения скоростей на 2х станциях (для одновременных экспериментов)



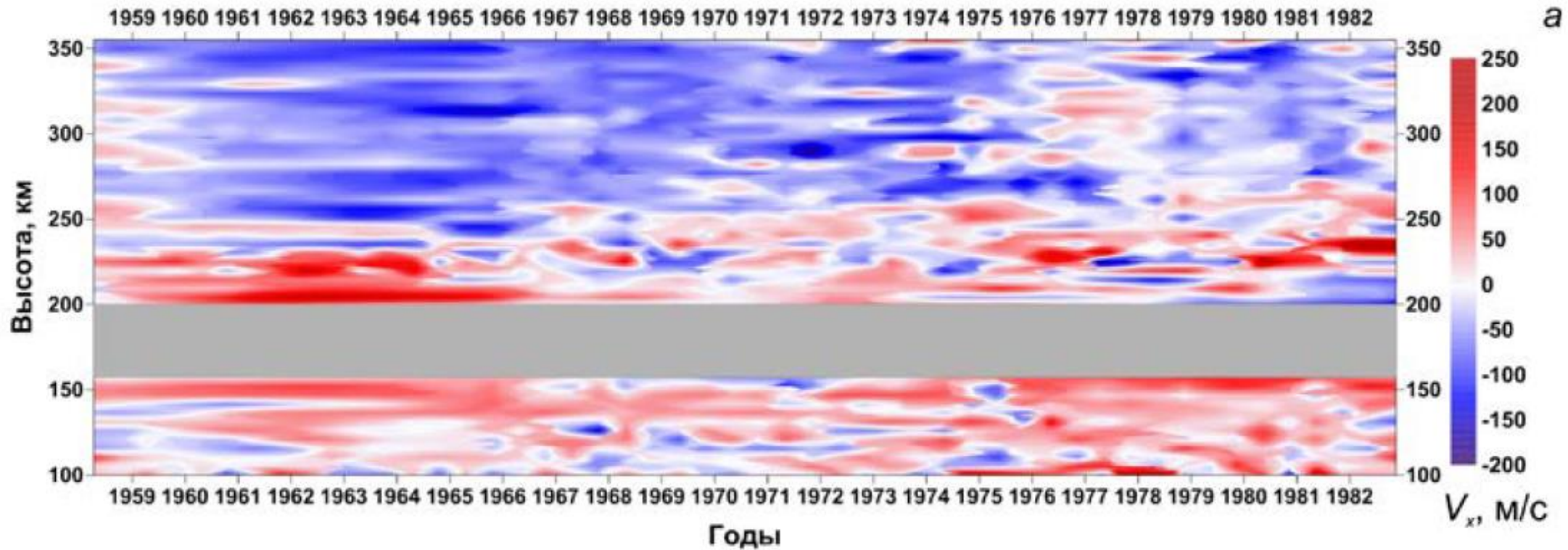
Анализируемый временной интервал охватывает три неполных цикла солнечной активности: с максимума 19 цикла (1958 г.), полный 20-й цикл и до периода спада активности 21-го цикла. До сентября 1973 г. регистрация велась на киноплёнку, позже проводилась цифровая запись на магнитофон. Полученные на установке в д. Зуй экспериментальные данные были опубликованы в 1968–1984 гг. в 18-ти выпусках сборника «Результаты ионосферных наблюдений».

Для статистического анализа использовался весь массив (**29585** измерений) архивных экспериментальных данных. Регулярные систематические наблюдения начинаются с 1965 г.





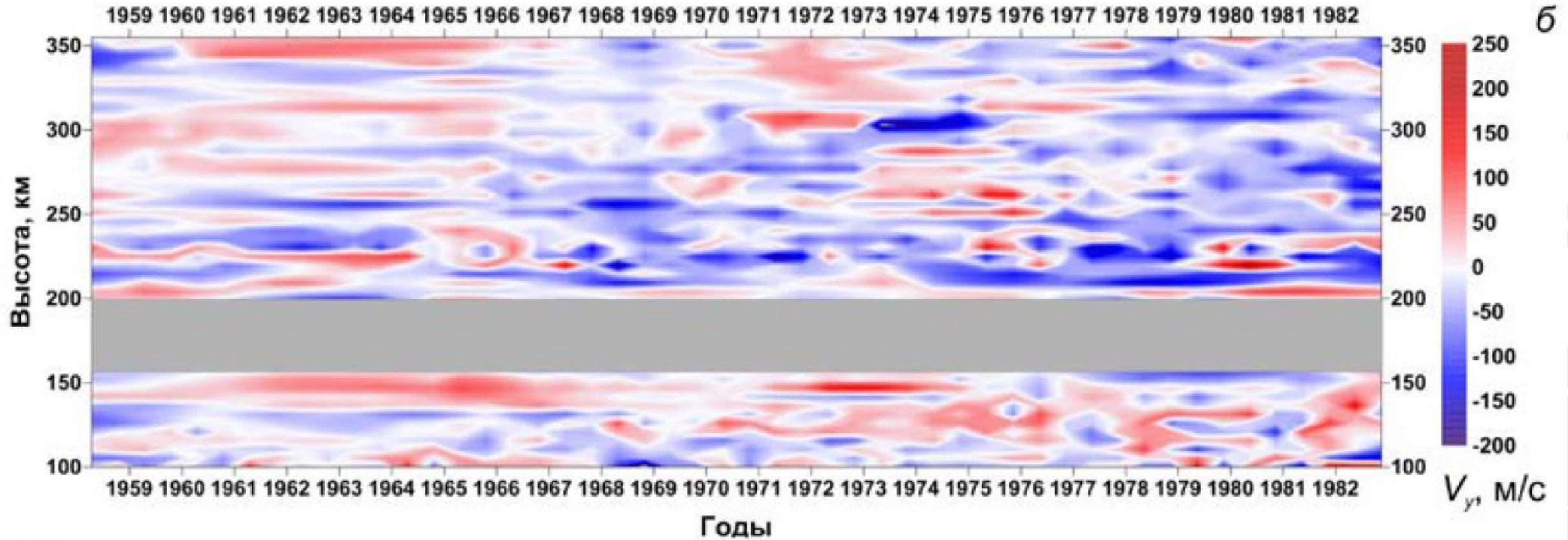
Зональная компонента скорости V_x



Положительные значения скорости соответствуют направлению на Восток (Западный ветер)



Меридиональная компонента скорости V_x



Положительные значения скорости соответствуют направлению на Восток (Западный ветер)



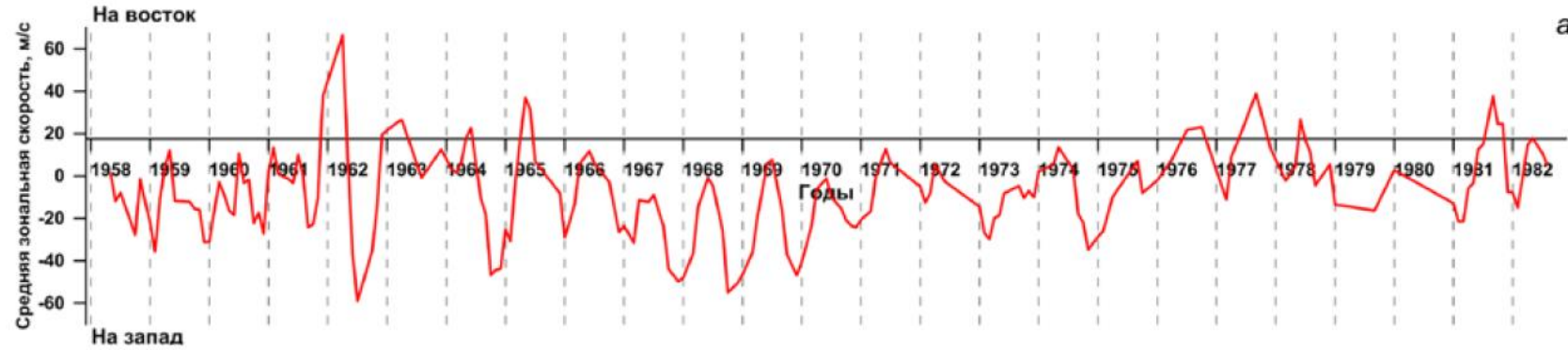
Движение в зональном направлении более регулярно, чем в меридиональном. Преобладающее направление уверенно выделяется для верхней ионосферы (высоты более 230 км, F слой) — это направление на запад. Для нижней ионосферы наблюдается большая изменчивость направлений. Отметим, что для нижней ионосферы скорость дрейфа ионосферы совпадает с направлением нейтрального Ветра, а для верхней (слоя F) это может не выполняться. Поэтому анализ движений верхней и нижней ионосферы необходимо проводить отдельно.

Массивы экспериментальных данных составляли **11031** и **18554** измерения соответственно для E- и F-областей.

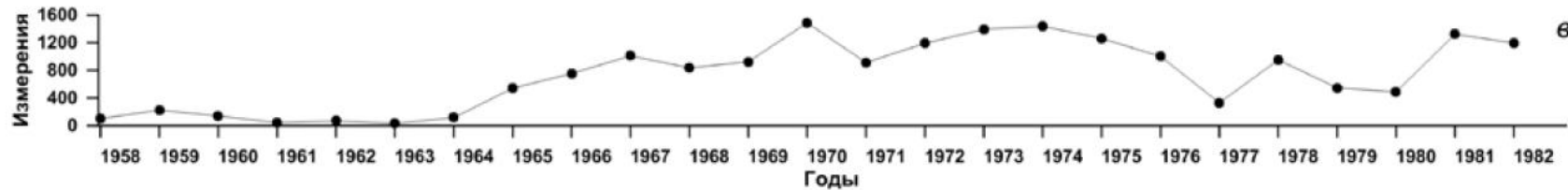




Зональная компонента среднемесячной скорости
горизонтального дрейфа на высотах F-области

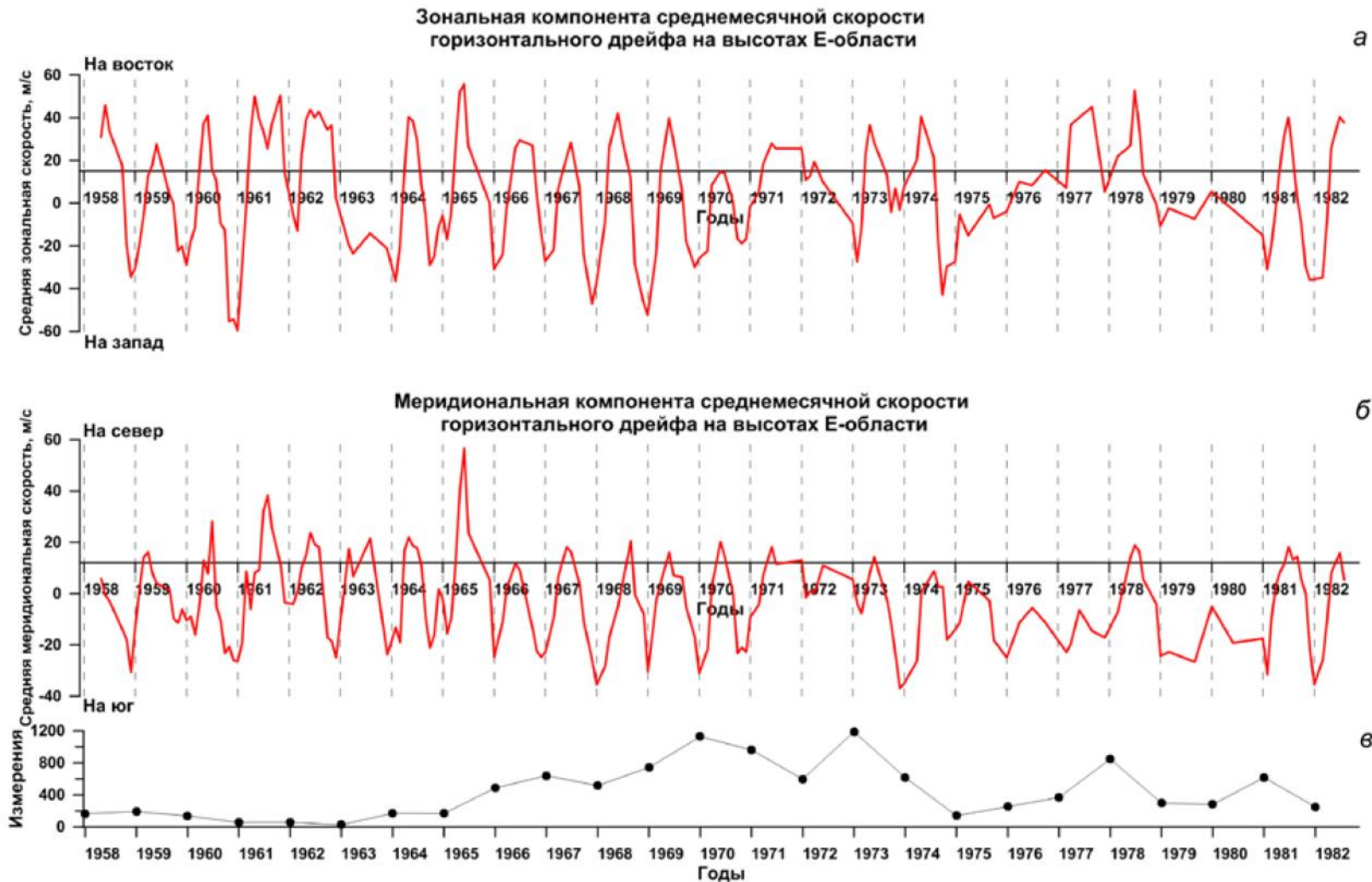


Меридиональная компонента среднемесячной скорости
горизонтального дрейфа на высотах F-области



Верхняя ионосфера
Окно текущего среднего
90сут.

Горизонтальный дрейф неоднородностей плазмы на высотах верхней ионосферы в целом направлен на юго-запад с преобладанием зонального направления. Направление не имеет сезонной зависимости, сохраняется в течение всего года. Зимние значения полного вектора скорости больше летних



Нижняя ионосфера

Окно текущего среднего
90сут.

В E-области зимой
преобладает движение
неоднородностей ионизации
на юго-запад, Летом – на
Восток. Зимние значения
полного вектора скорости
больше летних

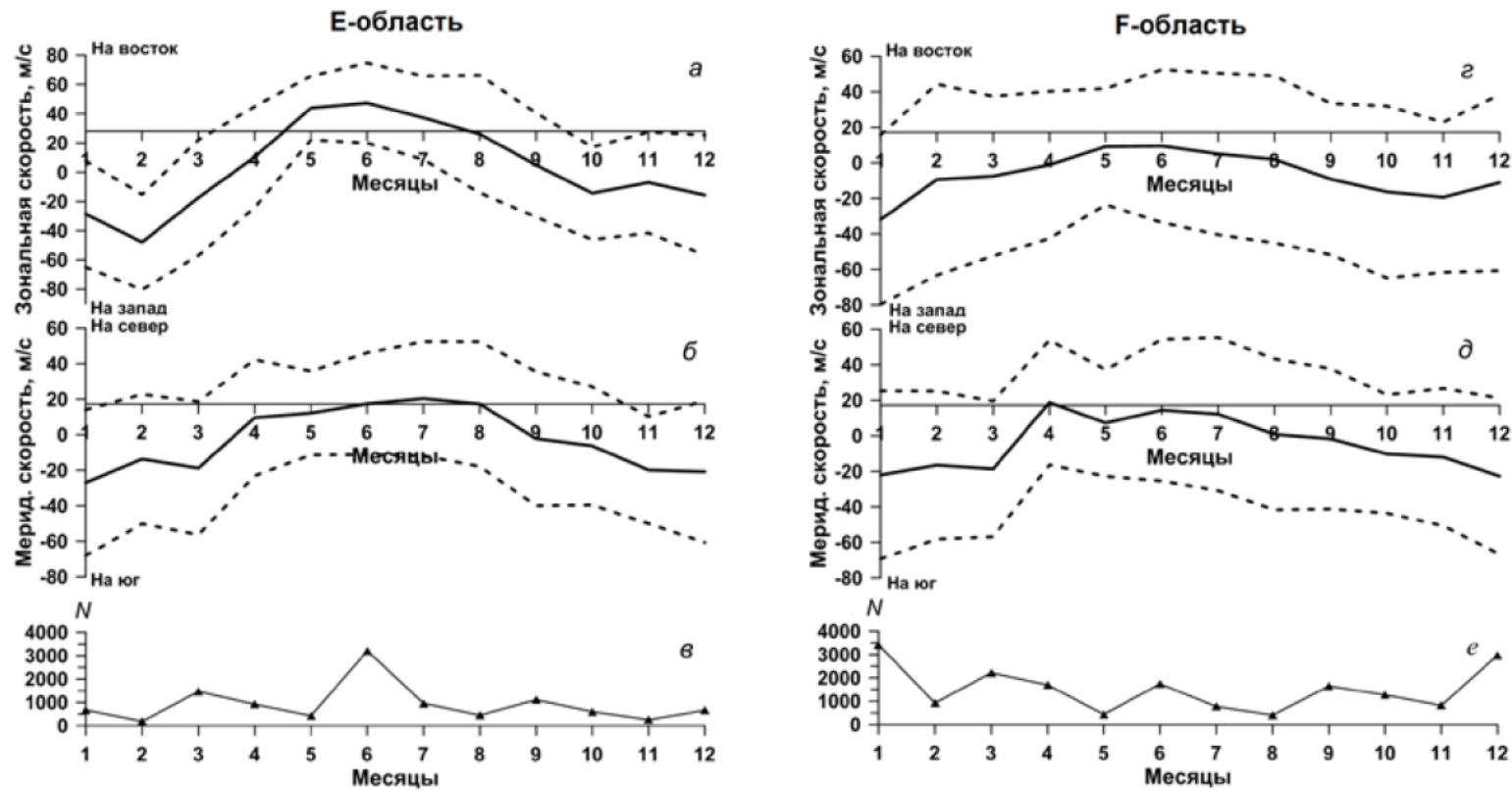


Рис. 7. Многолетняя средняя годовая вариация зональной (а, г) и меридиональной (б, д) компонент скорости горизонтального дрейфа (сплошные линии) и среднеквадратические отклонения (штриховые линии), а также общее число измерений для месяцев года на высотах Е- и F-областей (в, е)

В ходе работы были рассчитаны ежемесячные средние многолетние значения (нормы) компонент скоростей и среднеквадратические отклонения отдельных измерений от средних. Таким образом, была получена многолетняя средняя годовая вариация зональной и меридиональной компонент скорости горизонтального дрейфа на высотах Е- и F-областей



Заключение

Статистический анализ всего огромного массива архивной экспериментальной информации о динамическом режиме ионосферы 1958–1982 гг. ранее не выполнялся. Научный анализ проводился для отдельных сезонов или временных интервалов, корректируемых графиками совместных измерений в рамках всемирных научных программ (МГГ, МГС, МГСС), или для временных периодов проведения научных экспериментов по верификации используемого радиофизического метода D1. Следует понимать, что в те годы весь процесс обработки экспериментальных данных и графического представления результатов научного анализа выполнялся вручную, был трудоемким и требовал много времени. Выполнить статистический анализ массива, содержащего почти 30000 измерений, было практически невозможно. Поэтому результаты ретроспективного статистического анализа являются новыми и чрезвычайно актуальными в настоящее время. Статистические оценки представляют научный интерес, поскольку дают информацию о долготно-временных (климатических) нормах параметров движения ионизации на высотах E- и F-областей над регионом юга Восточной Сибири. Результаты представленного статистического анализа репрезентативны и достоверны, поскольку обрабатывался ряд наблюдений большого объема; анализируемые данные получены единым методом и обработаны по единой методике.



Спасибо за внимание

