Томский государственный университет

Радиофизический факультет

Кафедра космической физики и экологии

Регулярные вариации низкочастотных акустических полей

Автор работы:
Магистрант группы 171
Иван Сергеевич Шматов

Научный руководитель:
Канд. техн. наук, доцент
Андрей Вениаминович Соловьев

Томск 2021

Актуальность

Источники инфразвуковых волн:

- Сгорающие части спутников
- Полярное сияние
- Землетрясения
- Взрывы
- Вулканы
- Самолеты
- Тайфуны
- Обтекания гор

Цель магистерской работы

Исследование суточных и сезонных изменений статистических характеристик инфразвуковых полей, а также разработка эмпирической модели регулярных вариаций низкочастотных акустических полей.

Задачи магистерской работы

1) Формирование базы данных регистрируемых низкочастотных акустических полей.

2) Статистическая обработка базы данных низкочастотных акустических полей с целью выделения регулярных вариаций.

3) Выявление корреляционных связей между низкочастотными акустическими полями и метеорологическими параметрами окружающей среды.

4) Разработка эмпирической модели регулярных вариаций низкочастотных акустических полей.

Метеорологические величины окружающей среды

Скорость ветра

Направление ветра

Температура

Абсолютная влажность

Относительная влажность

Атмосферное давление

Сезонно-суточные изменения инфразвуковых шумов

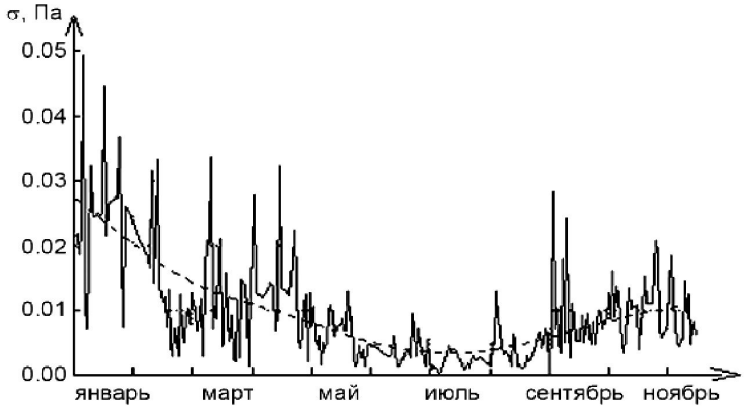

Рисунок 1 – Сезонное изменение среднеквадратичного отклонения микропульсаций атмосферного давления в диапазоне частот 0.01-1.6 Гц [2]

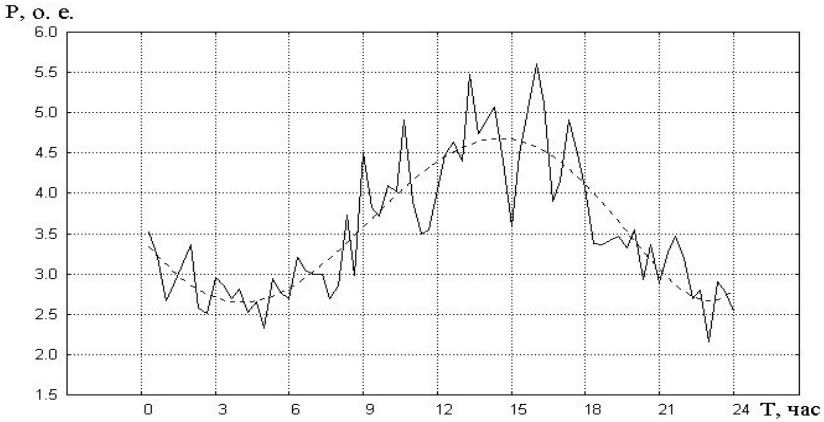

Рисунок 2 – Суточное изменение микропульсаций атмосферного давления в диапазоне частот 0.01-1.6 Гц.[2]

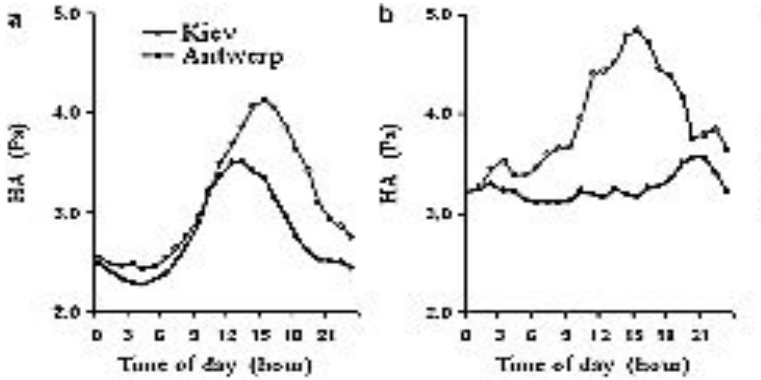

Рисунок 3 – Суточная динамика среднечасовой амплитуды атмосферных колебаний давления в частотном диапазоне 0.33-0.008 Гц в Киеве (толстая линия) и Антверпен (тонкая линия), усредненная за год (с 1 июля 2005 до 30 июня 2006) (a); усредненная за зиму, период (с 1 декабря 2005 до 28 февраля 2006) (b) [1]

1. Didyk L. A., Gorgo Yu. P., Dirckx J. J. J., Bogdanov V. B., Buytaert J. A. N,. Lysenko V. A, Didyk N. P., Vershygora A. V., Erygina V. T. Atmospheric pressure fluctuations in the far infrasound range and emergency transport events coded as circulatory system diseases // Int J Biometeorol, – N 52. – 2008. – P. 553-561.
2. Соловьев А.В., Провоторов Д.С., Бочаров А.А., Вознесенская К.В. Сезонно-суточные вариации фоновых инфразвуковых колебаний давления в частотном диапазоне 0,01-32Гц в городе Томске.// Изв. вузов. Сер. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 8. – С. 79–85.

Аппаратура для измерения инфразвуковых сигналов

Рисунок 4 – Дифференциальный микробарометр ISGM03

Техническими характеристиками:

1. Диапазон измерения давления: 0,01÷200Па.
2. Полоса регистрации (по уровню -3дБ): 0,0001÷10Гц.
3. Уровень выходного сигнала: ± 10В.
4. Напряжение питания: ±12В.
5. Потребляемый ток: не более 100мА.
6. Вес микробарометра: не более 1,5 кг.
7. Условия эксплуатации микробарометра:
8. Температура окружающей среды: +10 ÷ +35°С.
9. Относительная влажность воздуха: не более 90%.

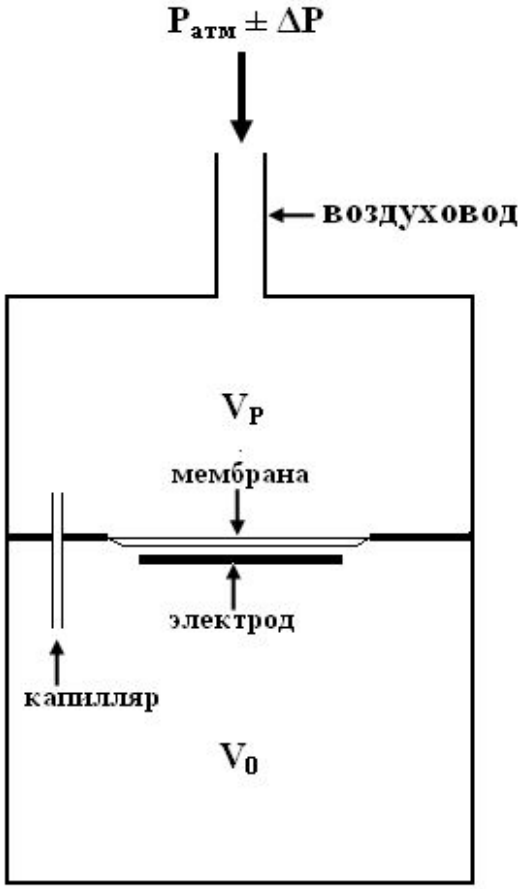

Рисунок 5 – Схема ISGM03

Сезонно-суточные изменения инфразвуковых шумов

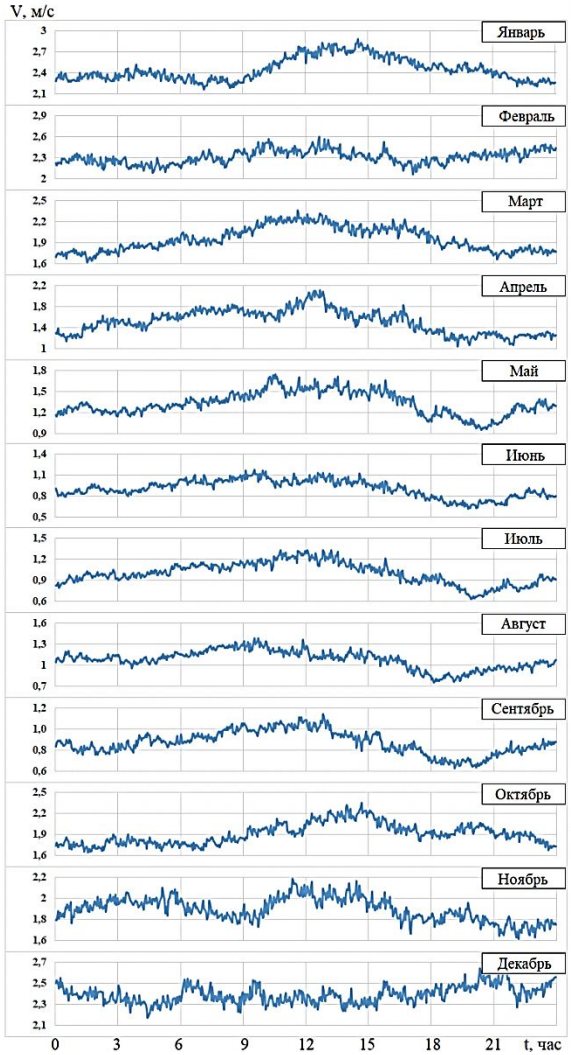

Рисунок 6 – Среднесуточное изменение скорости ветра за каждый месяц 2015 года

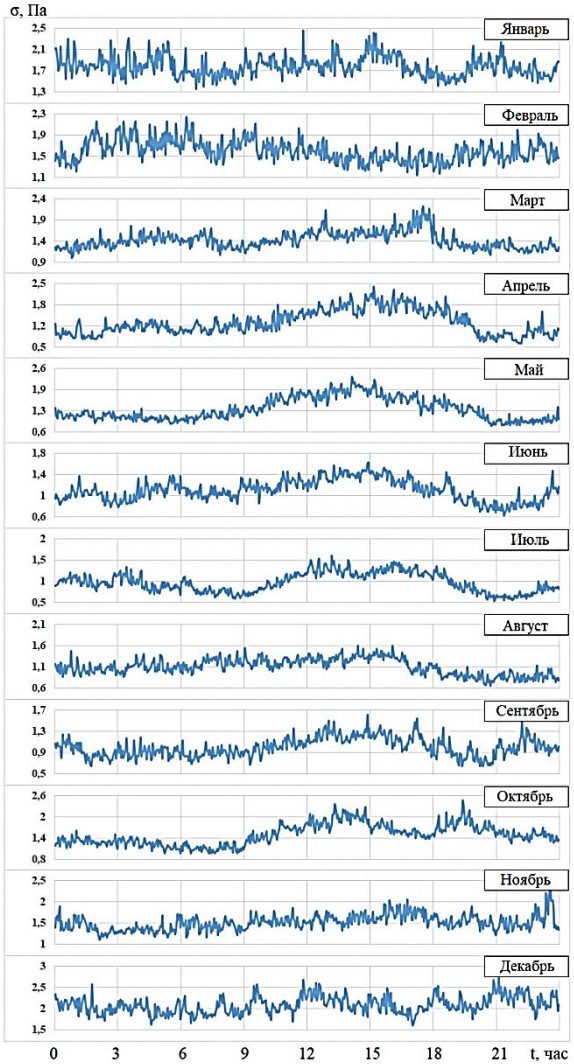

Рисунок 7 – Среднесуточное изменение среднеквадратичного отклонения инфразвуковых шумов за каждый месяц 2015 года

Сезонно-суточные изменения инфразвуковых шумов

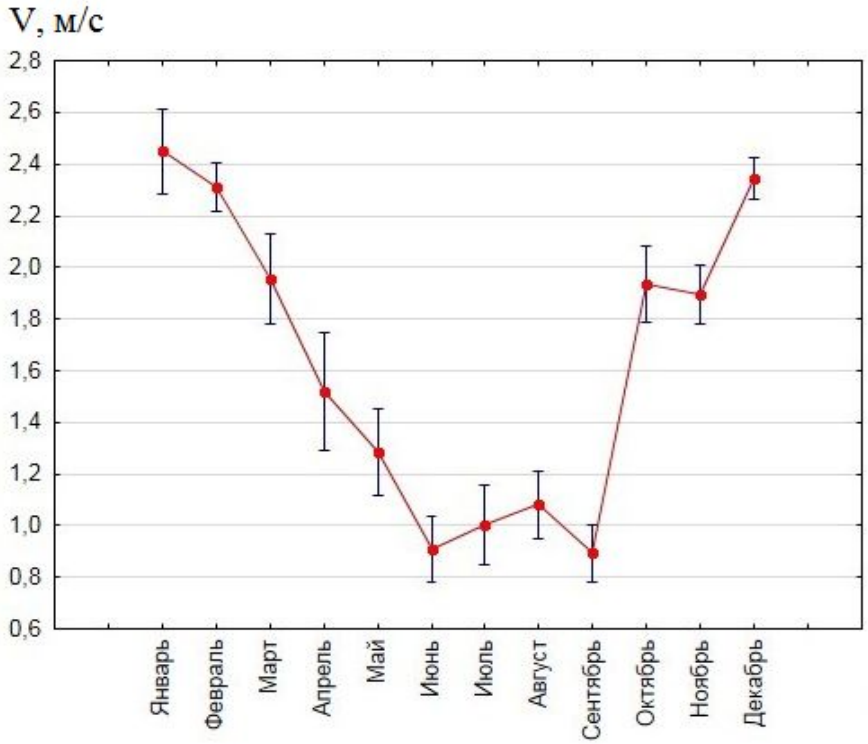

Рисунок 8 – Сезонные изменения скорости ветра за 2015 год

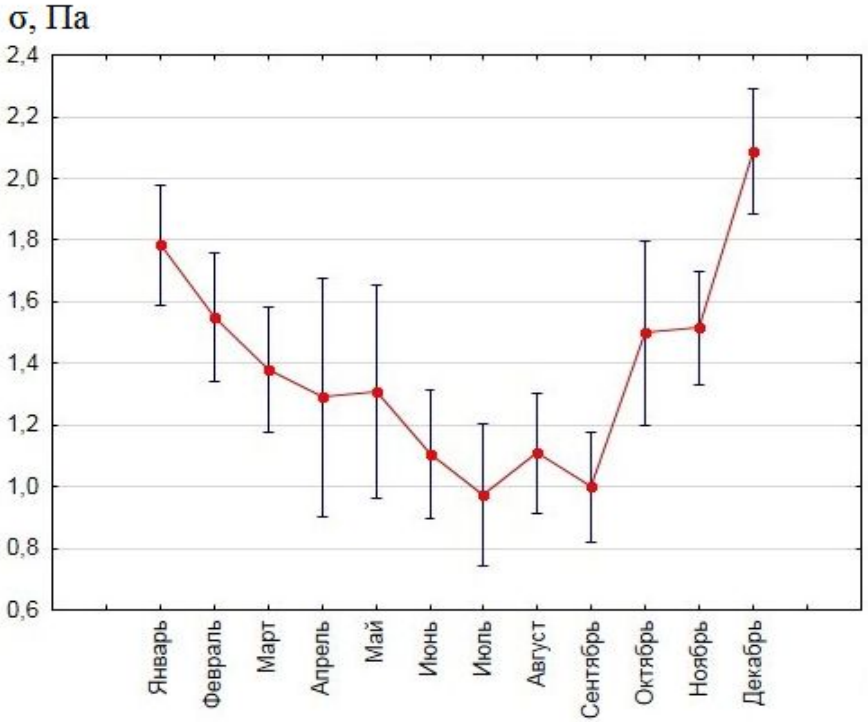

Рисунок 9 – Сезонные изменения среднеквадратичного отклонения инфразвукового шума за 2015 год

Корреляционная связь

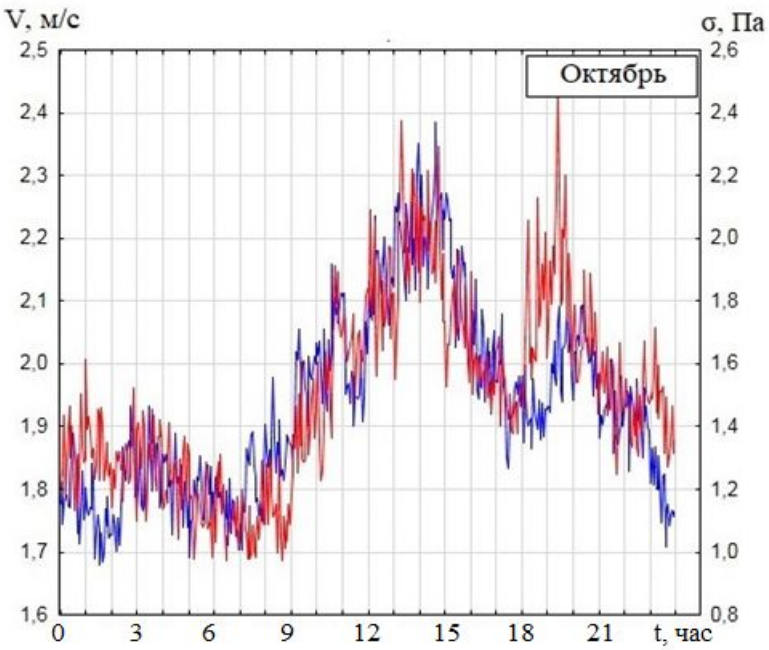

Рисунок 10 – Среднесуточное изменение среднеквадратичного отклонения инфразвуковых шумов (красным цветом) и скорости ветра (синим цветом) за октябрь

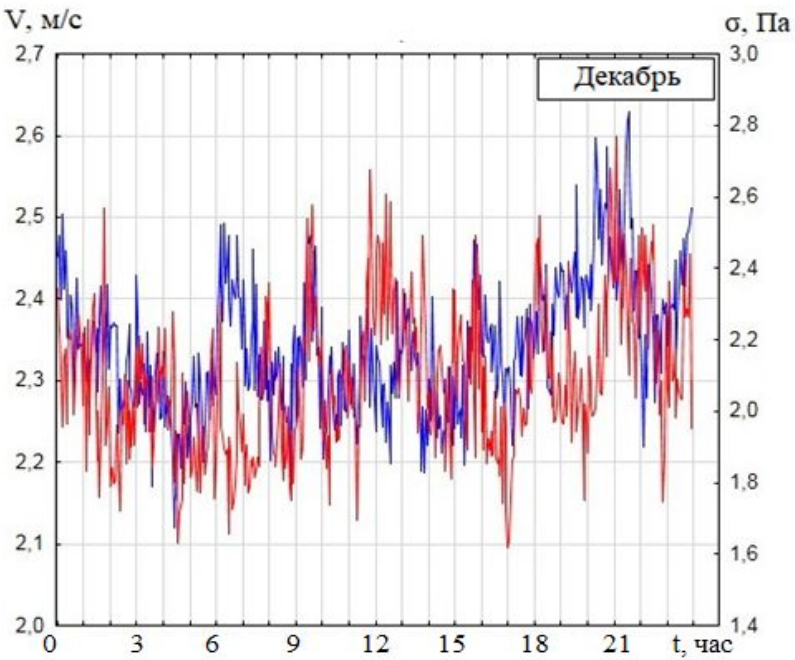

Рисунок 11 – Среднесуточное изменение среднеквадратичного отклонения инфразвуковых шумов (красным цветом) и скорости ветра (синим цветом) за декабрь

Корреляционная связь

Таблица 1 – Значение коэффициента корреляции с метеорологическими параметрами

Месяц	Скорость ветра	Угол направления ветра	Температура воздуха	Абсолютная влажность	Относительная влажность воздуха	Атмосферное давление
Январь	0,275259	0,156722	0,198342	0,138145681	-0,18296	-0,14346
Февраль	0,087213	-0,2126	-0,537294	-0,55852506	0,498047	-0,46336
Март	0,474071	-0,19758	0,431608	0,337939412	-0,43513	0,19694
Апрель	0,400499	-0,071613	0,629979	0,475166013	-0,65623	-0,2478
Май	0,611039	0,664886	0,811657	0,261394078	-0,82351	-0,35295
Июнь	0,509386	0,072714	0,4947	-0,16581578	-0,50665	-0,09868
Июль	0,342325	0,214774	0,560995	0,087838925	-0,56418	-0,37072
Август	0,574167	0,176704	0,280385	-0,1952814	-0,33269	-0,67665
Сентябрь	0,282291	0,150098	0,59563	0,475553059	-0,58151	-0,20117
Октябрь	0,764629	0,28525	0,780056	0,780092686	-0,76443	-0,32237
Ноябрь	0,090845	0,114259	0,488422	0,45814869	-0,41539	-0,35184
Декабрь	0,240566	0,293971	-0,14699	-0,36528244	-0,31707	0,31527

Регрессионный анализ

$$S = A + B \times V + C \times \rho_v$$

Таблица 2 – Значение коэффициентов регрессии инфразвукового фона от скорости ветра и абсолютной влажности воздуха

Месяц	A	B	C
Январь	0,214664	0,304131	608,2825
Февраль	4,00157	-0,16247	-1333,6
Март	-1,00265	0,508136	616,3511
Апрель	-3,6873	0,799217	1139,534
Май	-4,04464	1,324172	626,2807
Июнь	-0,17921	0,878181	83,38956
Июль	1,786217	0,59167	-128,223
Август	-0,92345	0,953466	101,5515
Сентябрь	-1,89083	0,228653	438,8408
Октябрь	-4,58973	0,81344	1040,797
Ноябрь	0,280496	-0,01834	763,4767
Декабрь	4,650435	0,16384	-1235,35

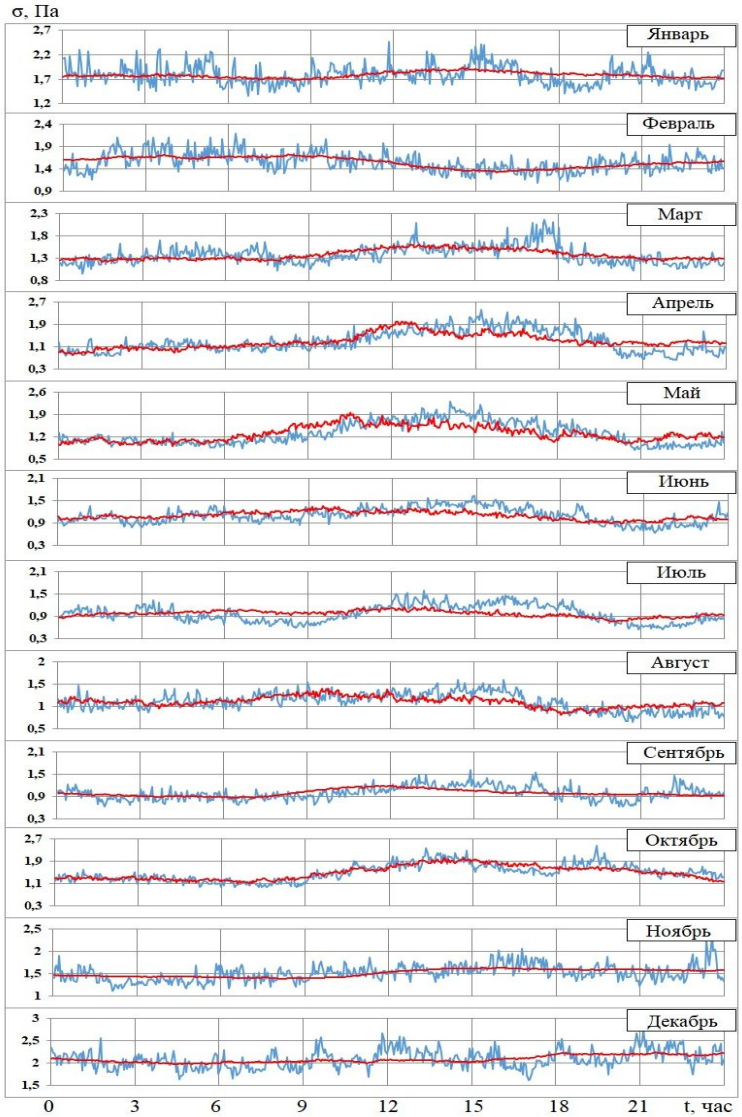

Рисунок 12 – Восстановленные значения инфразвуковых шумов за каждый месяц 2015 года

Заключение

1. Особенность суточных вариаций параметров инфразвуковых шумов заключается в увеличении среднеквадратического отклонения в дневное время суток и уменьшение в ночное время.

2. Изменение сезонных параметров инфразвуковых шумов показало, что происходит увеличение среднеквадратического отклонения в зимние месяцы года и уменьшение в летние месяцы года.

3. Особенность суточных вариаций параметров скорости ветра заключается в увеличении скорости ветра в дневное время суток, чаще всего максимальное значение наблюдается в период времени с 9 до 15 часов, а к вечеру скорость ветра снижается, и чаще всего ее минимальное значение наблюдается в период времени с 15 до 21 часов.

4. Изменение сезонных параметров скорости ветра показало, что при переходе с зимнего времени года на летнее происходит постепенное снижение скорости ветра; при переходе от летнего времени года к зимнему происходит постепенное увеличение скорости ветра.

5. Особенность суточных вариаций параметров абсолютной влажности воздуха заключается в увеличении в дневное время суток, и снижения в ночное время суток.

6. Изменение сезонных параметров абсолютной влажности воздуха, показало постепенное уменьшение абсолютной влажности воздуха при переходе от летнего времени года к зимнему; при переходе с зимнего на летнее время года происходит постепенное увеличение абсолютной влажности воздуха.

7. Оценка и сравнение суточных и сезонных особенностей значений инфразвуковых шумов и скорости ветра, позволила выявить схожесть в тенденции их изменения. А полученная корреляционная связь стандартного отклонения флуктуаций инфразвукового давления с метеорологическими параметрами качественно показала, что доминирующим параметром, от которого зависят инфразвуковые колебания давления это скорость ветра.

Спасибо за внимание !

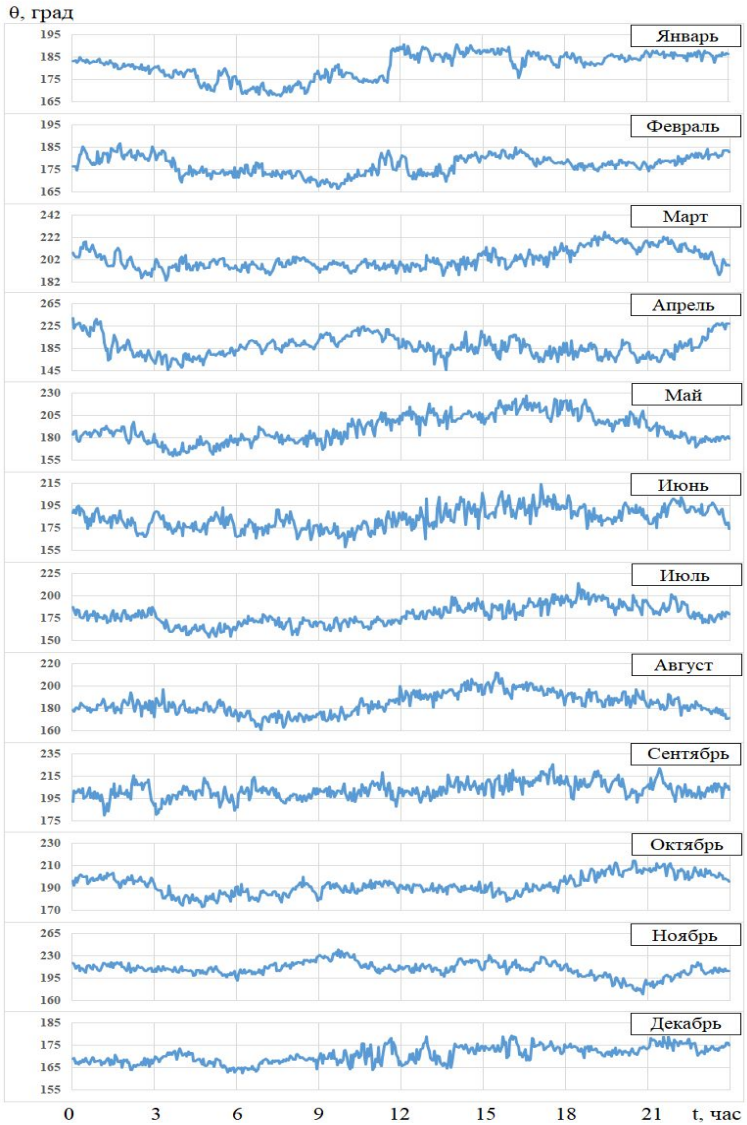

Рисунок 13 – Среднесуточное изменение угла направления ветра за каждый месяц 2015 года

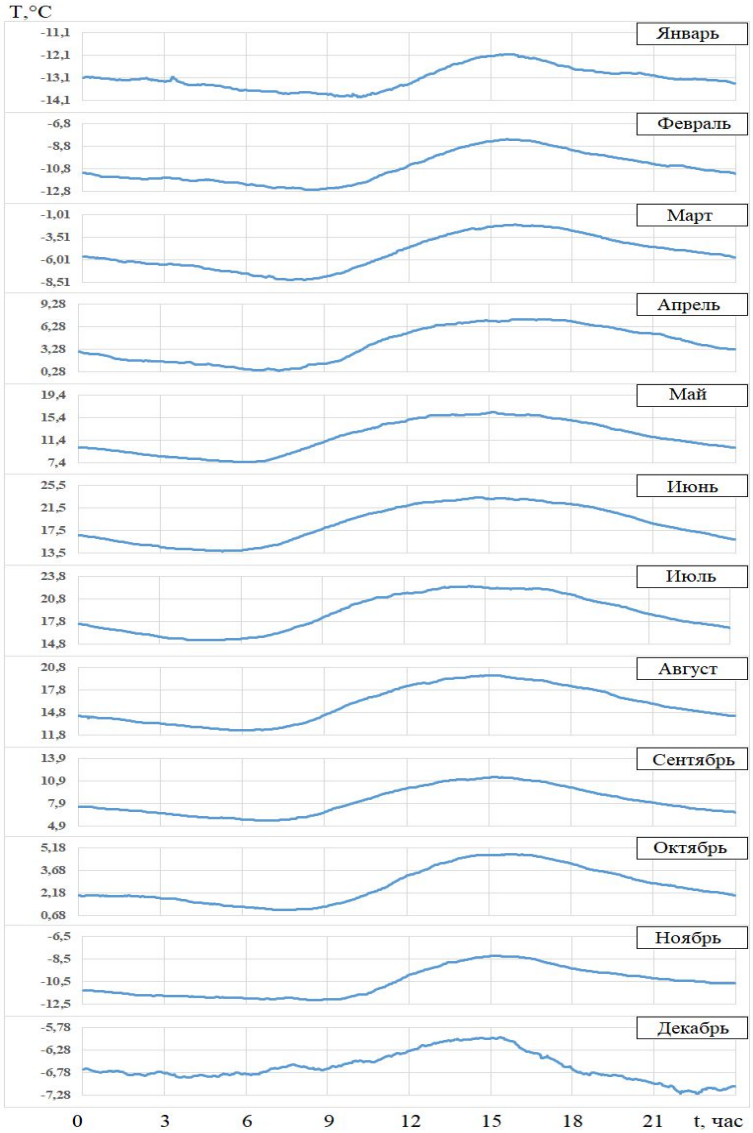

Рисунок 14 – Среднесуточное изменение температуры воздуха за каждый месяц 2015 года

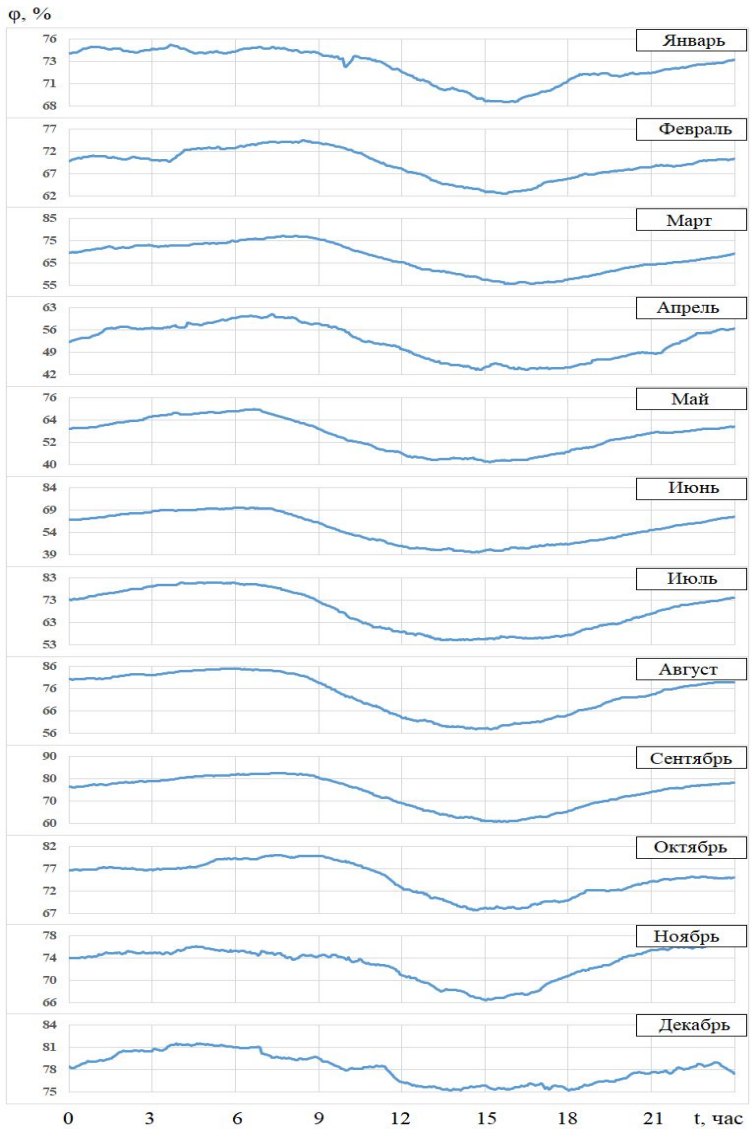

Рисунок 15 – Среднесуточное изменение относительной влажности воздуха за каждый месяц 2015 года

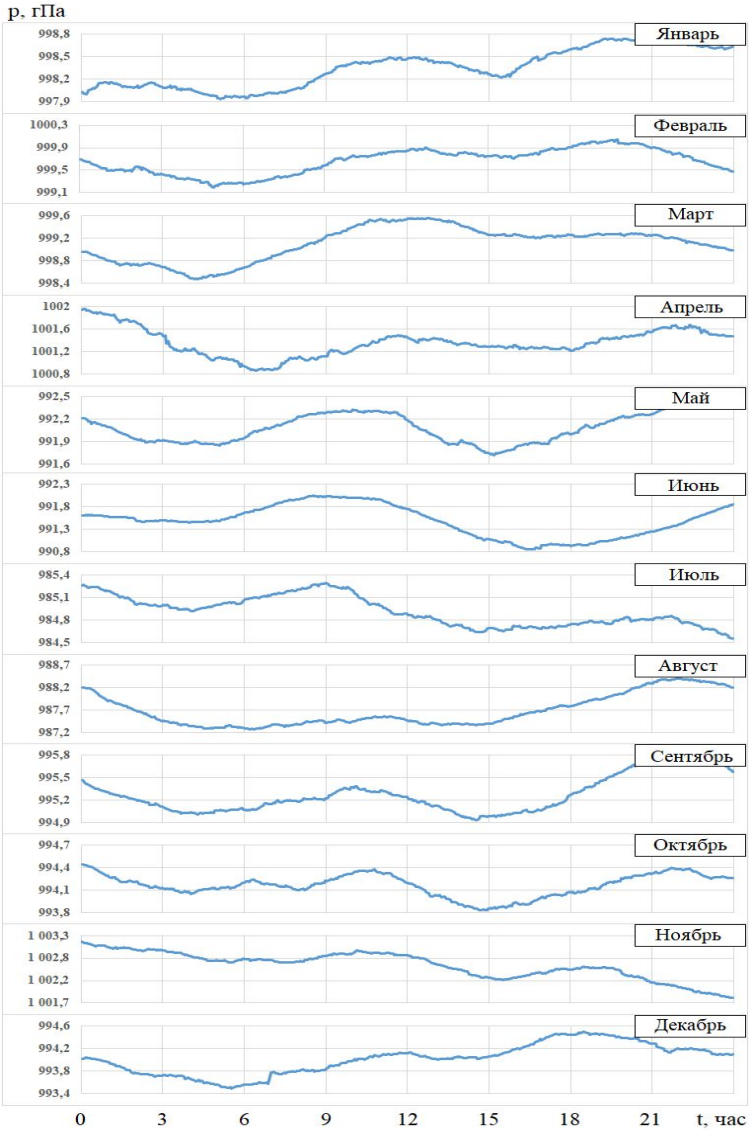

Рисунок 16 – Среднесуточное изменение атмосферного давления за каждый месяц 2015 года

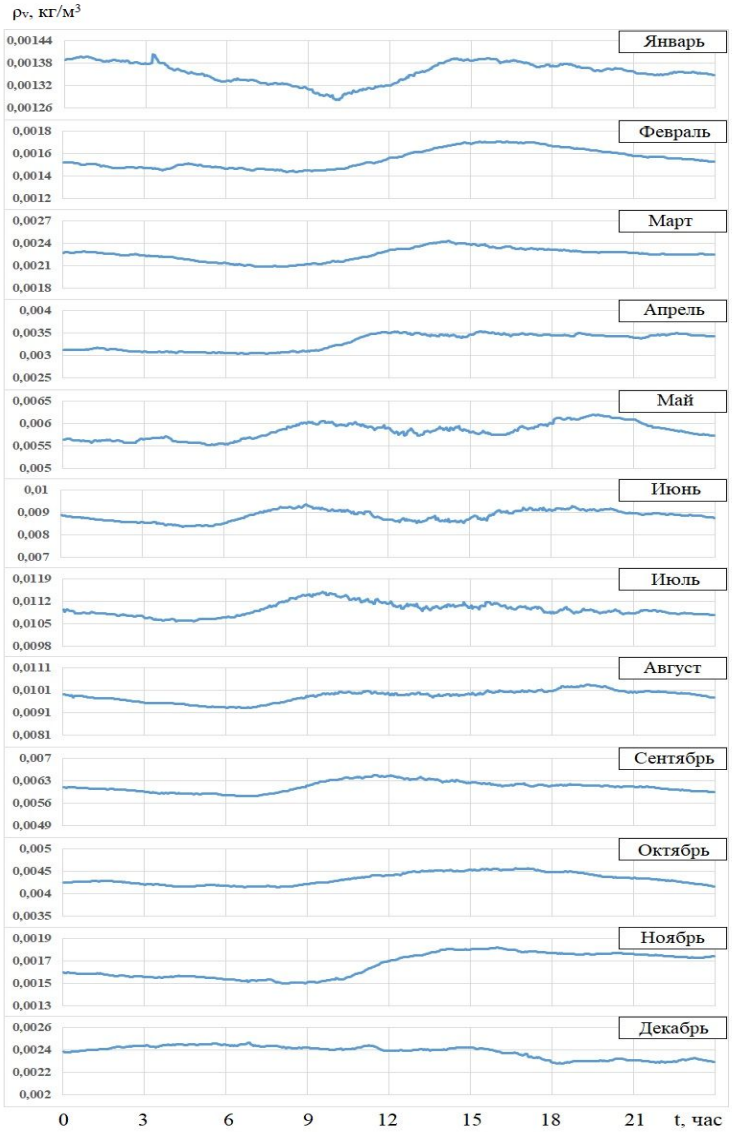

Рисунок 17 – Среднесуточное изменение абсолютной влажности воздуха за каждый месяц 2015 года