

## **XIX.D.108. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЗОСТРУКТУРЫ АТМОСФЕРНЫХ ФРОНТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

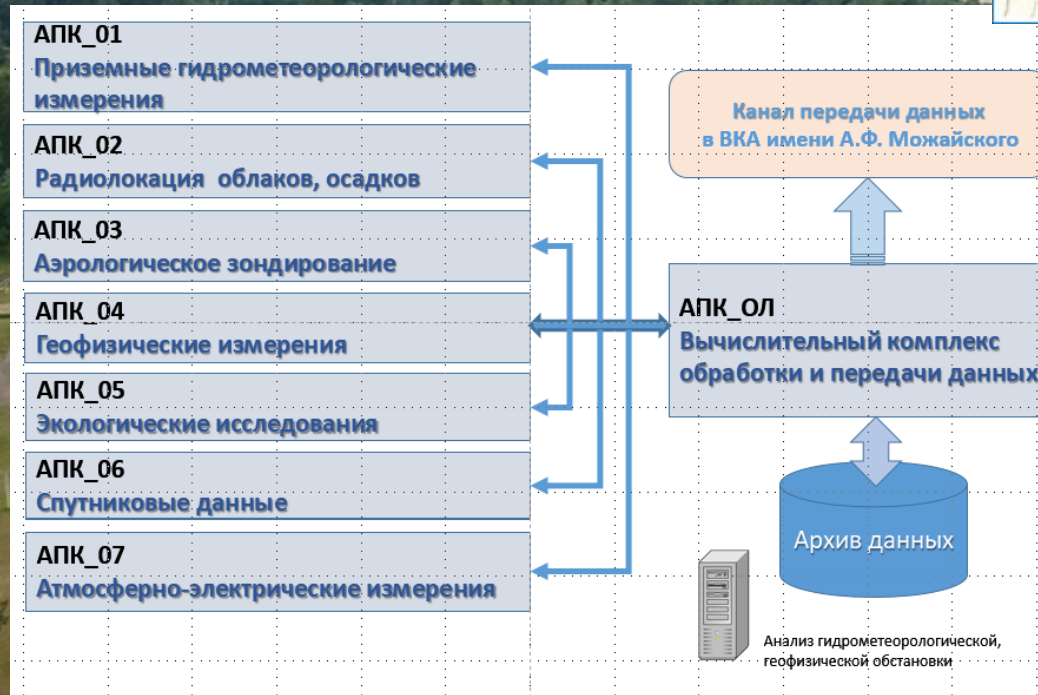
*Караваев Д.М.<sup>1</sup>, Лебедев А.Б.<sup>2</sup>, Моисеева Н.О.<sup>3</sup>, Щукин Г.Г.<sup>1</sup>*

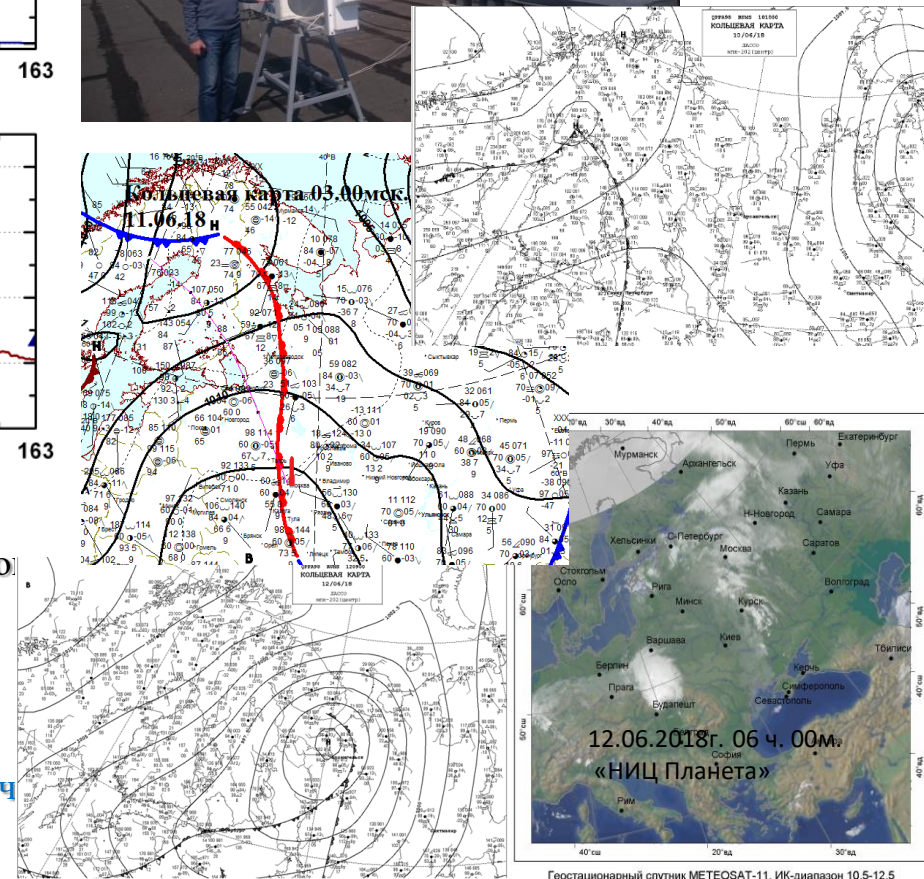
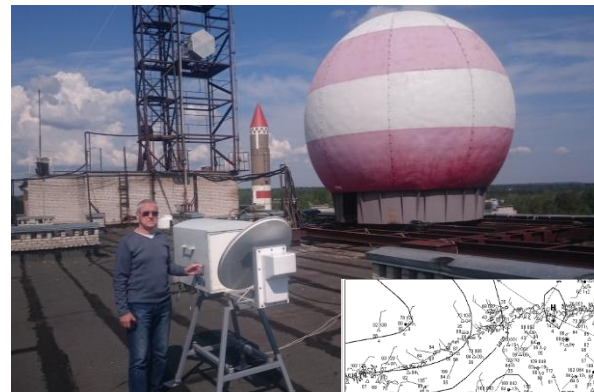
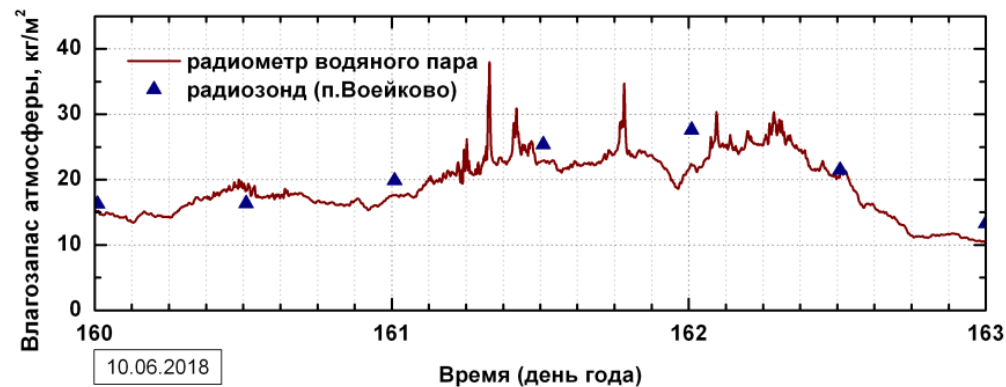
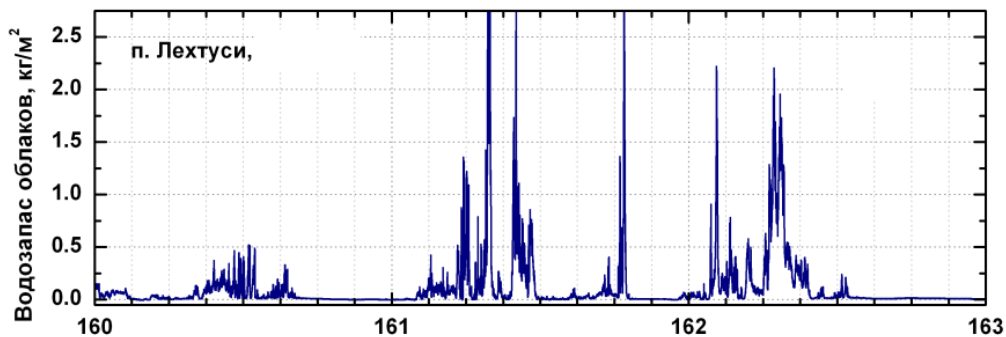
*<sup>1</sup> Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург*

*<sup>2</sup> Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,*

*<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации*

Геофизическая Обсерватория Лехтуси развивается для подготовки специалистов гидрометеорологических подразделений, обеспечения решения прикладных задач геофизического и гидрометеорологического обеспечения, испытаний новых технических средств гидрометеорологического назначения, расширения экспериментов калибровки- валидации спутниковой информации





Исследования влагосодержания атмосферы и водозапаса облаков с применением РВП 10-12 июня 2018 г. в п.Лехтуси.

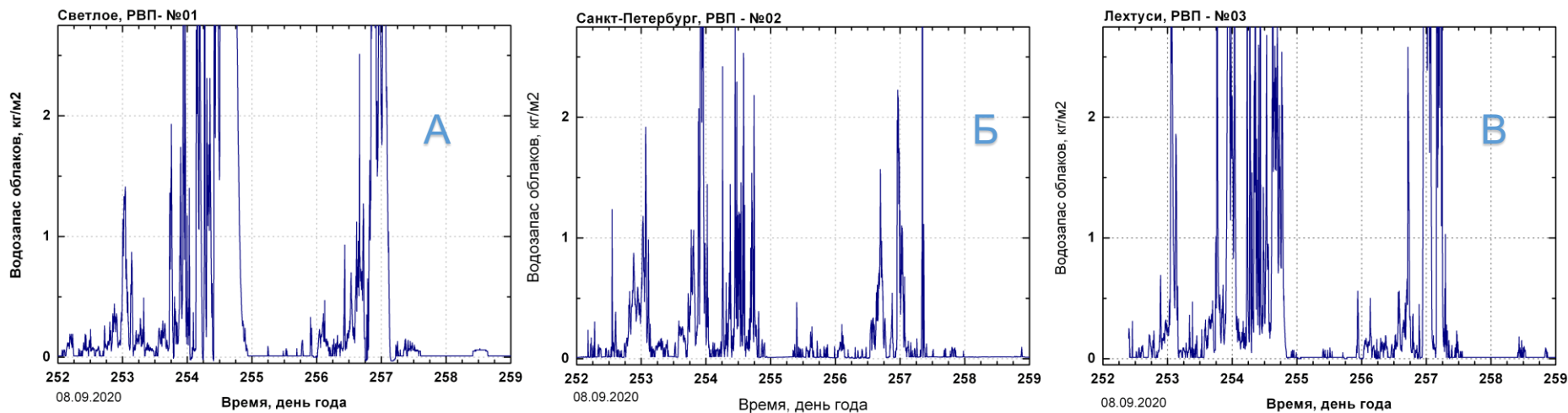
**10.06.2018 г.** - гребень антициклона, слоисто-кучевая облачность, осадки не наблюдаются, правый поворот и незначительное усиление ветра наблюдается между 06 и 09ч

**11.06.2018 г.** - теплый сектор циклона недалеко от центра, фронты - в параллельных потоках.

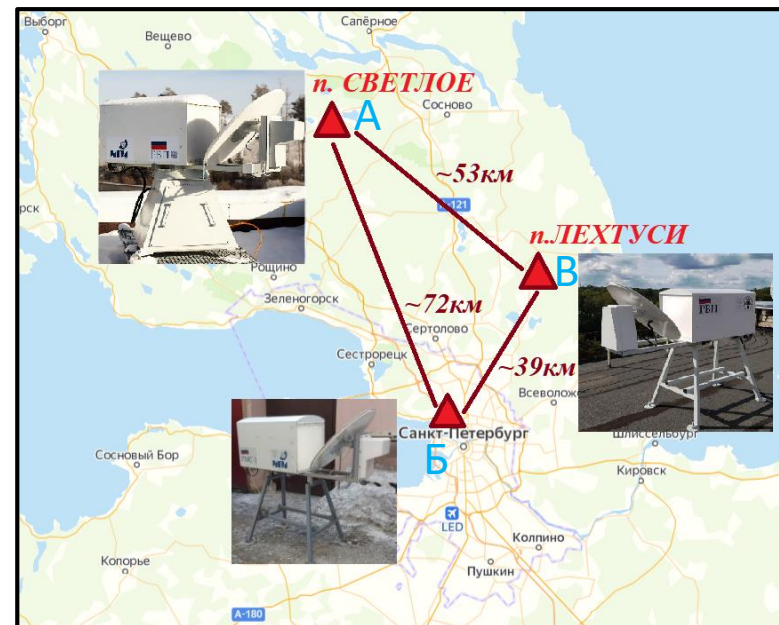
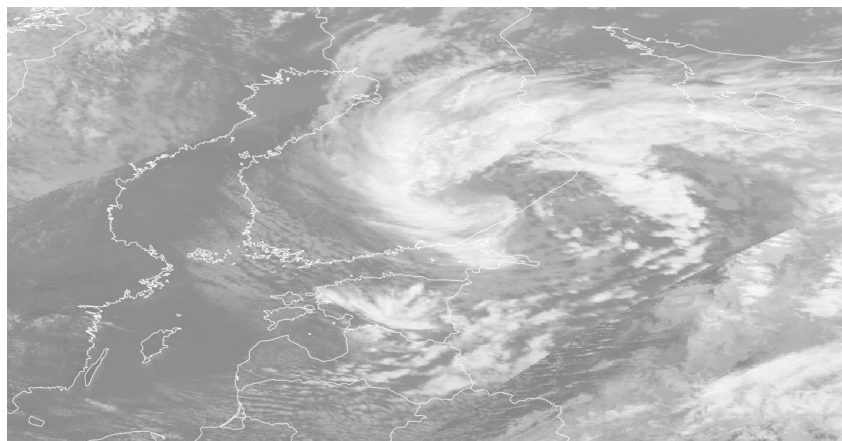
**12.06.2018 г.** - холодный фронт движется с севера на юг — классика.

Быков В.Ю., Ильин Г.Н., Караваев Д.М., Щукин Г.Г. Радиометр водяного пара: перспективы применения в задачах метеорологии // Труды ВКА. 2019, вып. 670, с.150-153.

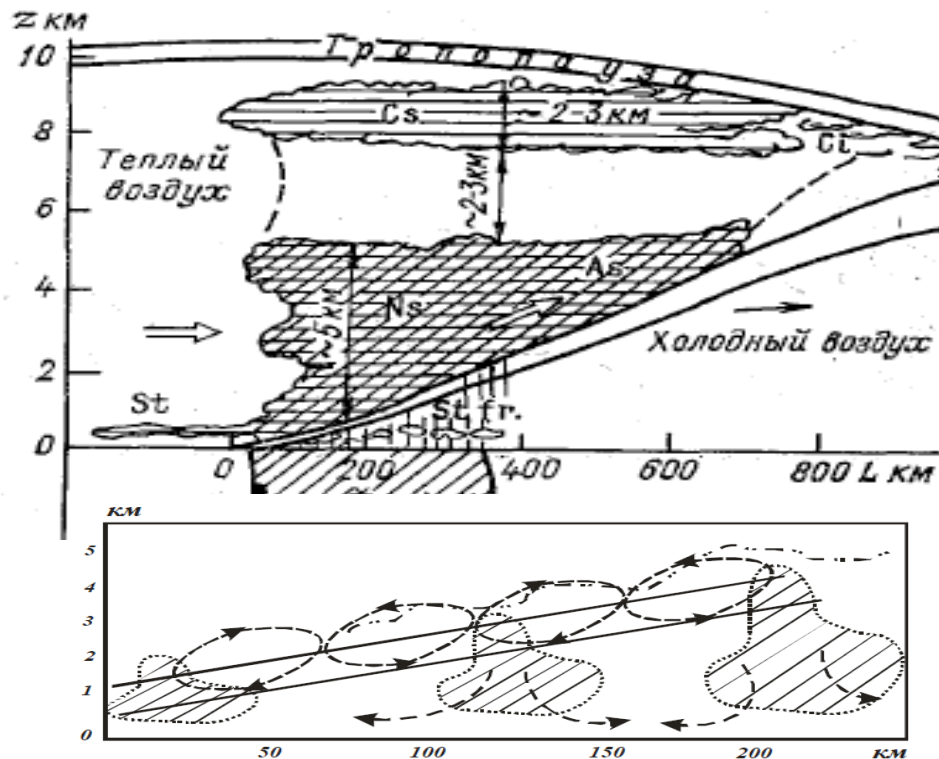




## Радиотеплокационные исследования облаков в Ленинградской обл. 08-14 сентября 2020 г. (прохождение циклона 10 сентября)

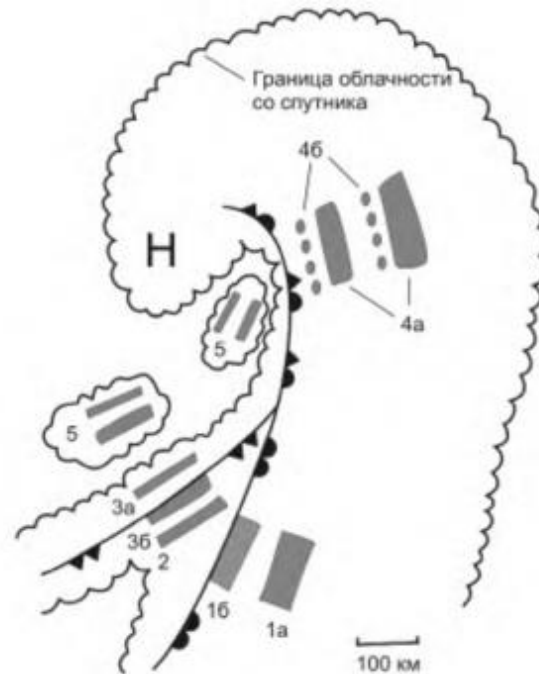


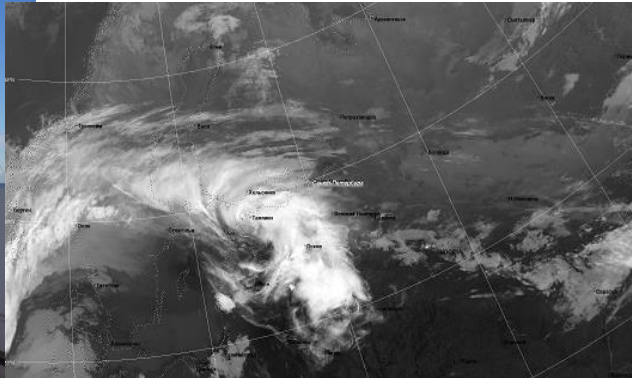
Быков В.Ю., Ильин Г.Н., Караваяв Д.М., Щукин Г.Г. Пространственно-разнесенные измерения характеристик влагосодержания атмосферы с применением радиометров водяного пара в окрестности Санкт-Петербурга // 32 Всероссийский симпозиум «Радиолокационные исследования природных сред», СПб, ВКА, 13-14 апреля 2021 г.



Первоначально, движение воздуха вдоль фронтальной поверхности представлялось в виде упорядоченного крупномасштабного восхождения, которое порождает облачность и осадки. В соответствии с этими представлениями, вертикальная протяженность фронтальной облачности, а, следовательно, и интенсивность осадков должна монотонно увеличиваться по мере приближения к линии фронта вблизи подстилающей поверхности.

На основе анализа радиолокационных изображений было обнаружено, что распределение осадков в зоне фронтов не столь однородно и имеет полосную структуру, различающуюся по пространственно-временным характеристикам в зависимости от типа фронта и конкретных метеорологических условий. Причиной полосной структуры облачности на фронтах является бароклинная неустойчивость. В 1978 г. П. Хоббсом предложена классификация мезомасштабных полос осадков.





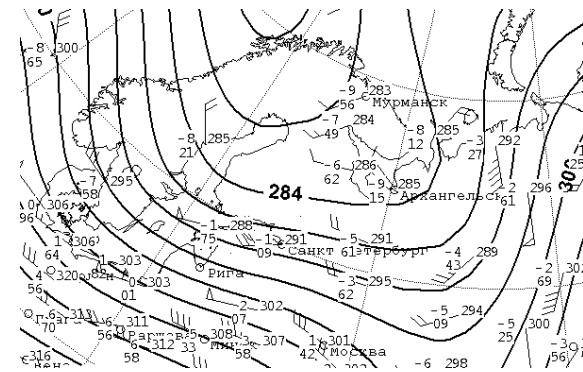
## 1 этап.

Проведение синоптического фронтологического анализа на основе данных наземных и спутниковых измерений с целью определения факта прохождения атмосферного фронта.

## 2 этап.

Мезомасштабный анализ результатов наземных микроволновых радиометрических измерений (с целью определения характеристик влагосодержания атмосферы), последующий комплексный анализ совместно с архивными данными метеорологических измерений.

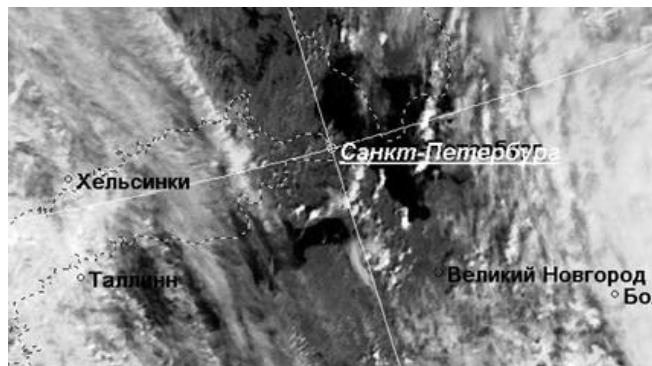
Фрагмент AT-700 10.09.2020 г 00.00 UTC



Время (UTC), дата	Ветер (напр., м/с)	Видим.	Явления	Облачность	T (C)	Td (C)	f (%)	Po (Па)	R (мм)
00 1.05	СВ	1	10 км	ясно	+5.8	+3.1	83	1013.7	
03 1.05	В	1	10 км	ясно	+5.7	+3.1	83	1012.5	
06 1.05	В	2	10 км	10/0 [Ac As]	+9.4	+4.2	70	1011.1	
09 1.05	В	1	10 км	10/10 300 м [Fmb Ns]	+7.7	+5.7	87	1010.3	
12 1.05	В	2	10 км	10/10 270 м [S]	+8.0	+6.0	87	1010.1	
15 1.05	В	2	10 км	10/10 300 м [Fmb Ns]	+7.5	+6.2	91	1009.9	9
18 1.05	В	1	10 км	10/10 300 м [Fmb Ns]	+7.3	+6.0	91	1010.4	9
21 1.05	В	1	10 км	10/10 300 м [S]	+7.4	+6.2	92	1010.8	
00 2.05	штиль	0	10 км	10/10 330 м [Sc aur, vesp]	+8.1	+7.0	93	1011.6	
03 2.05	штиль	0	10 км	10/10 270 м [S]	+7.7	+6.5	87	1010.3	



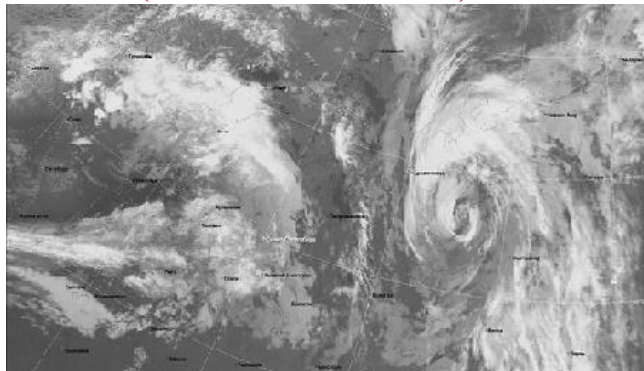
NOAA-18 (08.09.2020 г. 08.15 UTC)



**08.09.2020г.** - прохождение с севера-запада через г. Санкт-Петербург гряд кучево-дождевой облачности. Приближение облачности теплого фронта с запада, за теплым фронтом – теплый сектор циклона.

**09.09.2020г.** - прохождение холодного фронта. Во второй половине суток – прохождение фронта окклюзии, который объединяет облачные системы теплого и холодного фронтов.

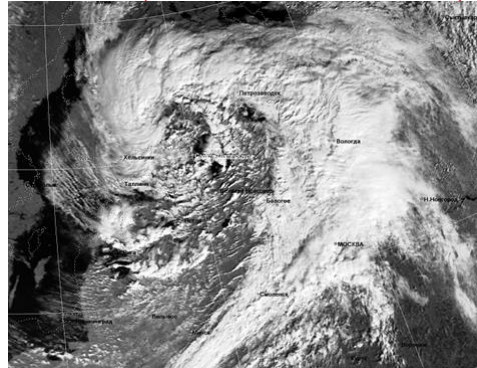
NOAA-18 (09.09.2020 г. 18.00 UTC)



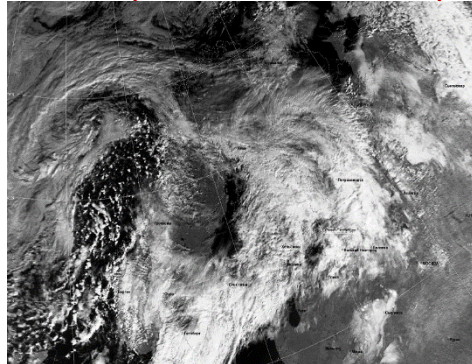
**10.09.2020г.** - прохождение спирали фронта окклюзии с запада. В первой половине суток 10.09.2020 г – прохождение гряд кучево-дождевой облачности в тыловой части циклона; во второй половине суток – прохождение спирали фронта окклюзии.

**12-13.09.2020г.** - прохождение вторичного холодного фронта с грозой. Последовательное прохождение теплого фронта (на спутниковом изображении плохо выявлен), небольшой теплый сектор циклона, прохождение холодного фронта и вторичного холодного фронта с грозой.

NOAA-18 (10.09.2020 г. 07.50 UTC)

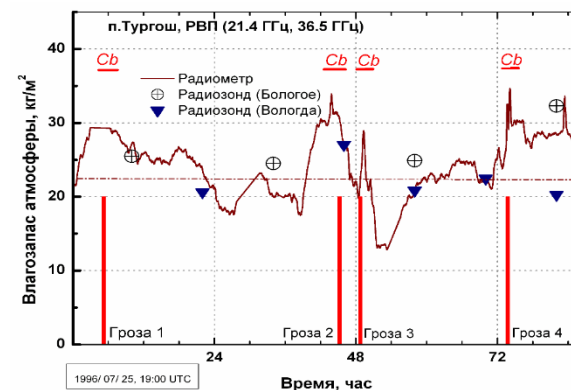
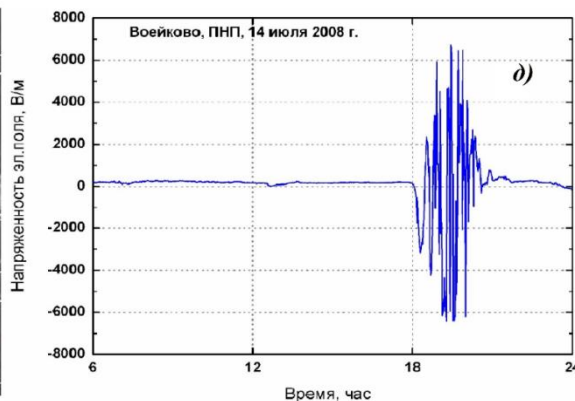
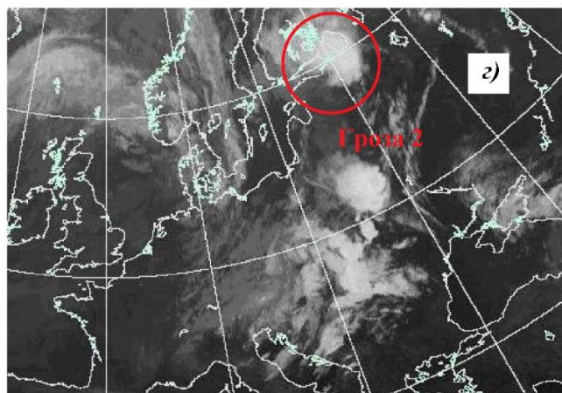
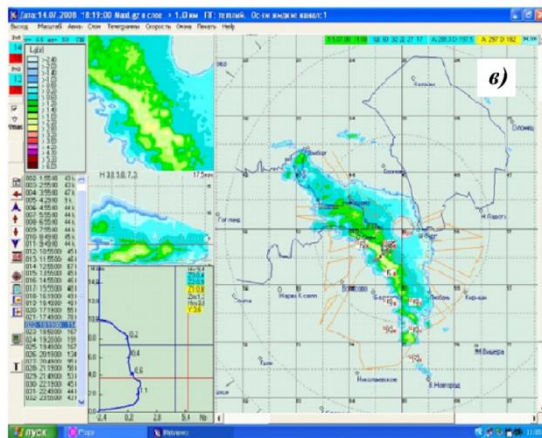
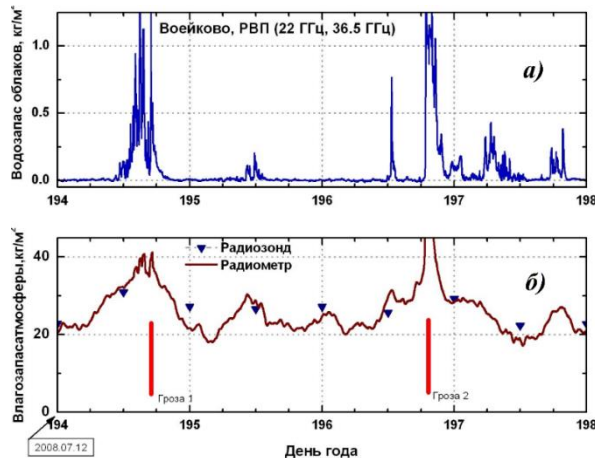


NOAA-18 (12.09.2020 г. 09.10 UTC)



NOAA-18 (13.09.2020 г. 07.20 UTC)





Влагозапас атмосферы в период развития грозовых облаков в п. Тургош Ленинградской обл

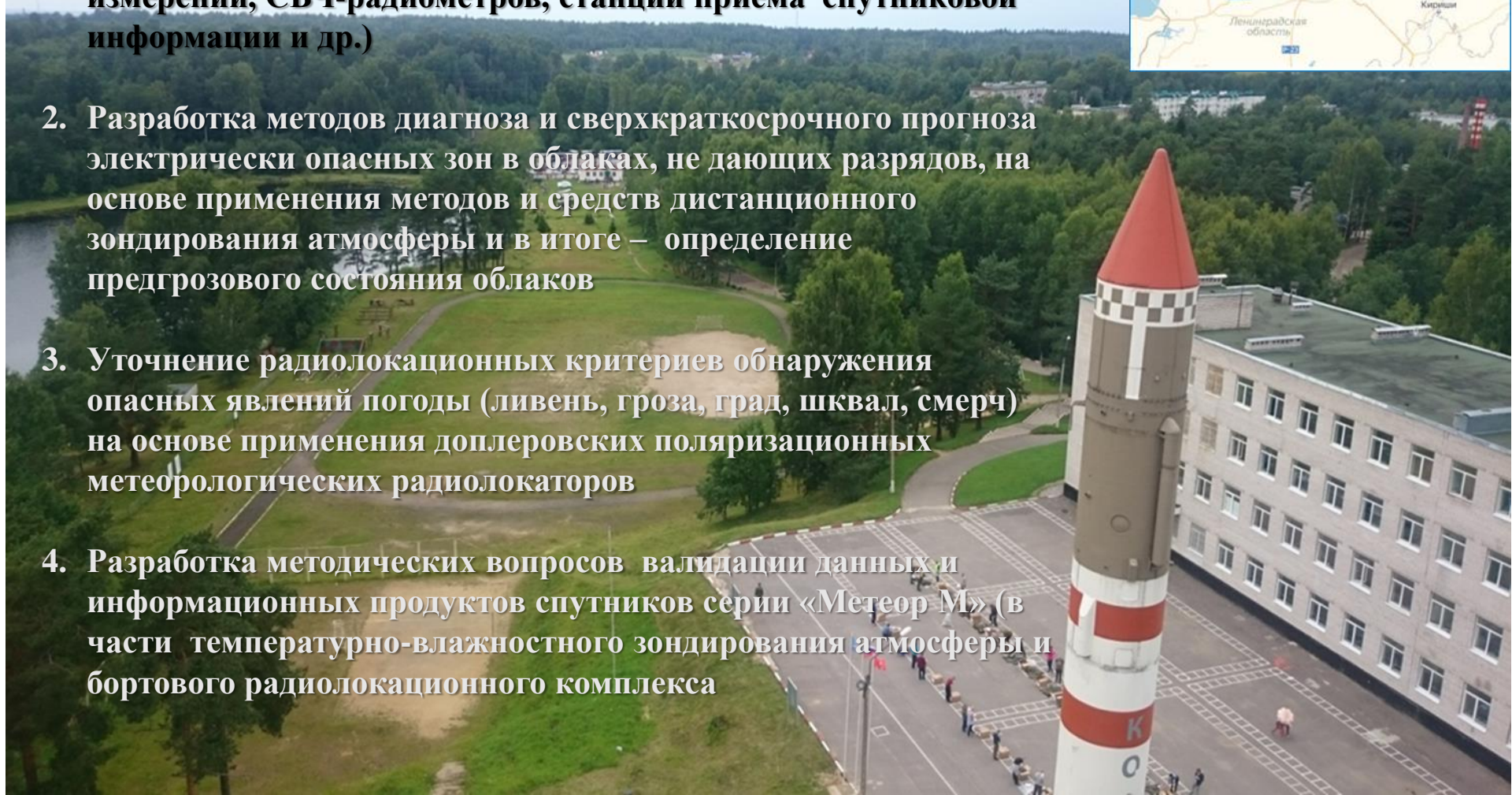
Комплексные исследования в п. Воейково Ленинградской области (случай наблюдения мощного грозового фронта)

Предложен критерий развития опасных гидрометеорологических явлений (конвективных облаков, гроз) на основе анализа данных радиометрического и радиолокационного зондирования атмосферы и облаков. Перспективная задача – развитие сетевых радиометрических методов контроля состояния атмосферы (для влажностного или температурно-влажностного зондирования атмосферы) ...

Караваяев Д.М., Шукин Г.Г. Совершенствование методов раннего предупреждения развития грозовых процессов и выявления зон обледенения в облаках на основе комплексного использования методов активной и пассивной радиолокации // Гидрометеорология и экология. 2021, вып.62, С.7-26. doi: 10.33933/2074-2762-2021-62-7-26.



- 1. Совершенствование сверхкраткосрочного прогноза погоды на основе применения данных комплексного дистанционного зондирования атмосферы с помощью средств геофизического обеспечения (метеорологических радиолокаторов, Грозопеленгаторов и приборов атмосферно-электрических измерений, СВЧ-радиометров, станций приема спутниковой информации и др.)**
- 2. Разработка методов диагноза и сверхкраткосрочного прогноза электрически опасных зон в облаках, не дающих разрядов, на основе применения методов и средств дистанционного зондирования атмосферы и в итоге – определение предгрозового состояния облаков**
- 3. Уточнение радиолокационных критериев обнаружения опасных явлений погоды (ливень, гроза, град, шквал, смерч) на основе применения доплеровских поляризационных метеорологических радиолокаторов**
- 4. Разработка методических вопросов валидации данных и информационных продуктов спутников серии «Метеор М» (в части температурно-влажностного зондирования атмосферы и бортового радиолокационного комплекса**



1. Результаты выполненных исследований представляются чрезвычайно интересными с точки зрения получения сведений о мезомасштабной структуре атмосферных фронтов.
2. Данные измерений микроволновых радиометров водяного пара позволяют уточнить как синоптическую структуру атмосферных фронтов, так и мезоструктуру облаков, получить информацию о мезомасштабных вариациях влагосодержания атмосферы.
3. Перспективно практическое использование полученных знаний. Исходные оперативные данные о характеристиках влагосодержания атмосферы, а также их тренд могут выступать в качестве предикторов при разработке методов наукастинга (текущего прогнозирования) облачности и осадков и прогноза опасных явлений, связанных с облаками.
4. При проведении экспериментальных исследований (мезомасштабной структуры атмосферного фронта) перспективны комплексные метеорологические наблюдения (с применением в том числе средств пассивной и активной радиолокации, а также спутниковой информации). Дальнейшие эксперименты связываются с применением радиофизических средств Геофизической Обсерватории Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда  
(проект 21-19-00378), <https://rscf.ru/project/21-19-00378/>

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**