

3-я Международная конференция
«Субмиллиметровая и миллиметровая астрономия: цели и
инструменты»

Москва, АКЦ ФИАН, 14 – 16 апреля 2025 г.

Сравнение астроклиматических условий возможных мест
размещения ESMT в Агульском и Кулинском районах Дагестана

В.Б.Хайкин^{1,5}, А.Ю.Шиховцев², Я.О.Водзяновский^{3,5}, Макоев Г.А.^{1,5},
А.В.Худченко³, Павел.М.Землянуха⁴, Петр.М.Землянуха⁴, И.И.Зинченко⁴

1 Специальная астрофизическая обсерватория РАН (САО РАН), пос. Нижний Архыз,
Россия

2 Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск, Россия

3 Астрокосмический центр Физического Института им. П.Н. Лебедева Российской
Академии Наук (АКЦ ФИАН), г. Москва, Россия

4 Институт Прикладной физики РАН (ИПФ РАН), г.Нижний Новгород, Россия

5 Институт астрономии АН (ИНАСАН), г.Москва, Россия

Введение

- В последние годы в РФ активно ведется поиск и изучение возможных мест размещения достаточного крупного ММ/субММ в том числе в рамках проекта Евразийских СубМиллиметровых Телескопов (ESMT).
- С целью изучения астроклимата возможных мест размещения ESMT организованы новые астропункты в Евразии: на пике Хулугайша (Восточный Саян), г.Курапдаг в Агульском районе Дагестана, АПП Ташанта в межгорной котловине республики Алтай а также астропункт сравнения в районе расположения Большого Телескопа Альт-Азимутального (БТА)
- Понятие астроклимат включает в себя статистики атмосферной прозрачности, облачности, влагосодержания атмосферы, скорости ветра, показателей оптической турбулентности. Для достижения высокой чувствительности субММ телескопа также необходимо минимизировать оптическую толщу атмосферы и ее вариации выбором подходящего места.

НОВЫЕ АСТРОПУНКТЫ В РФ



Ташанта



Курапдаг



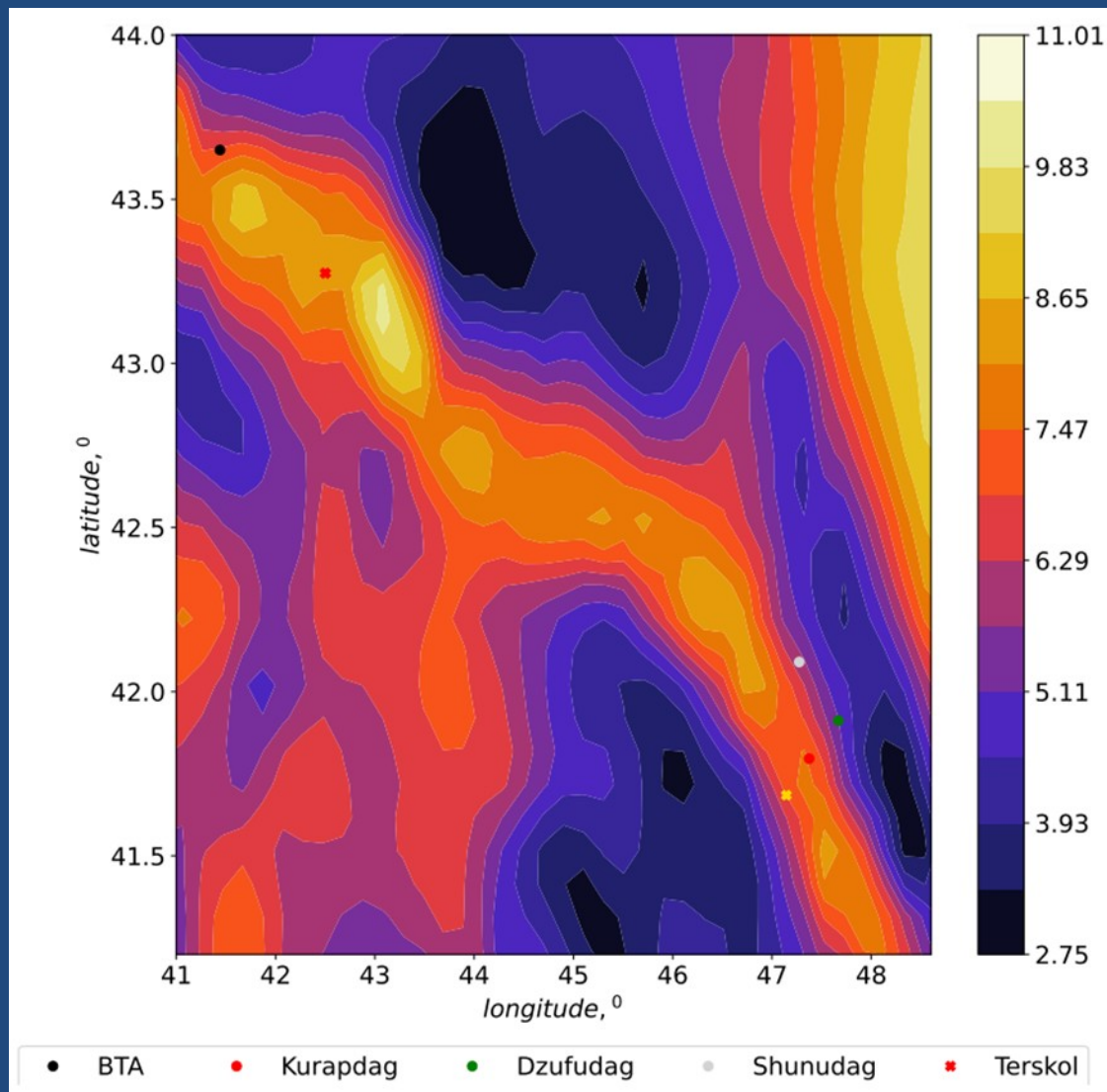
Хулугайша

Введение

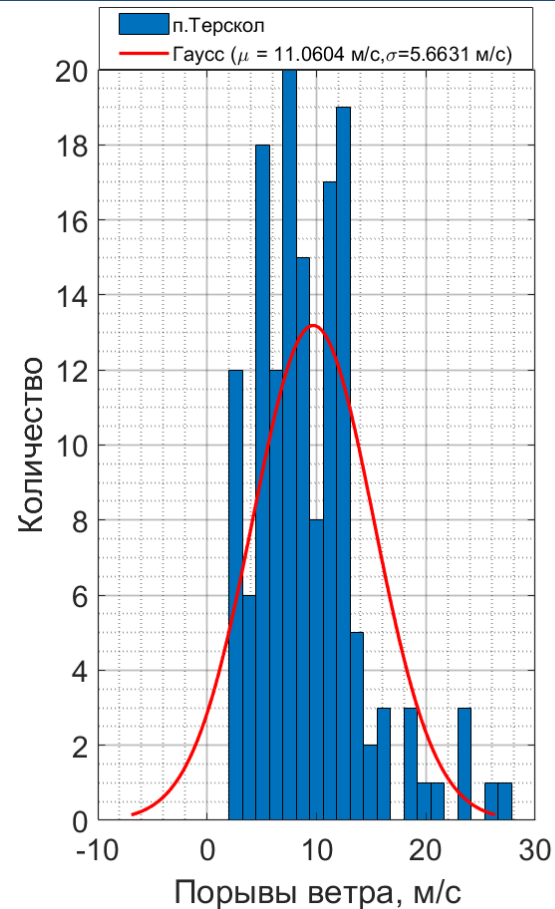
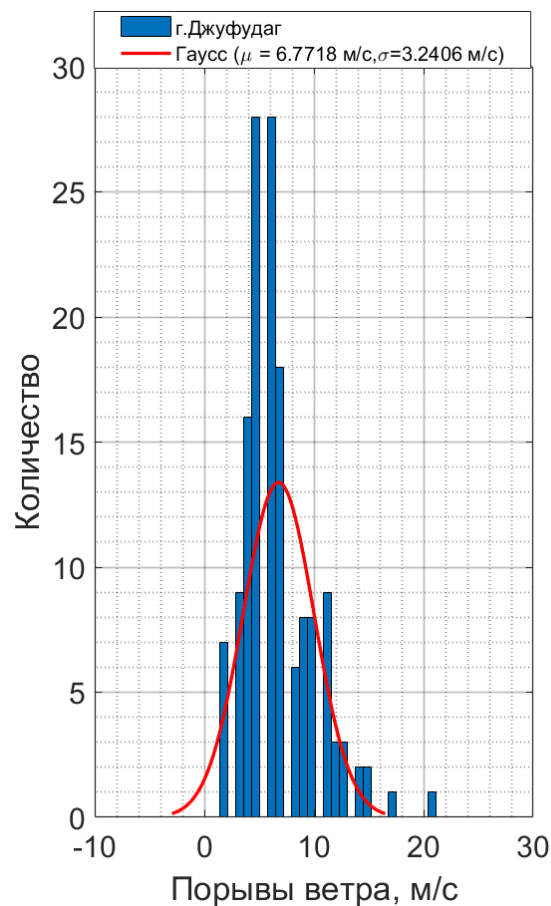
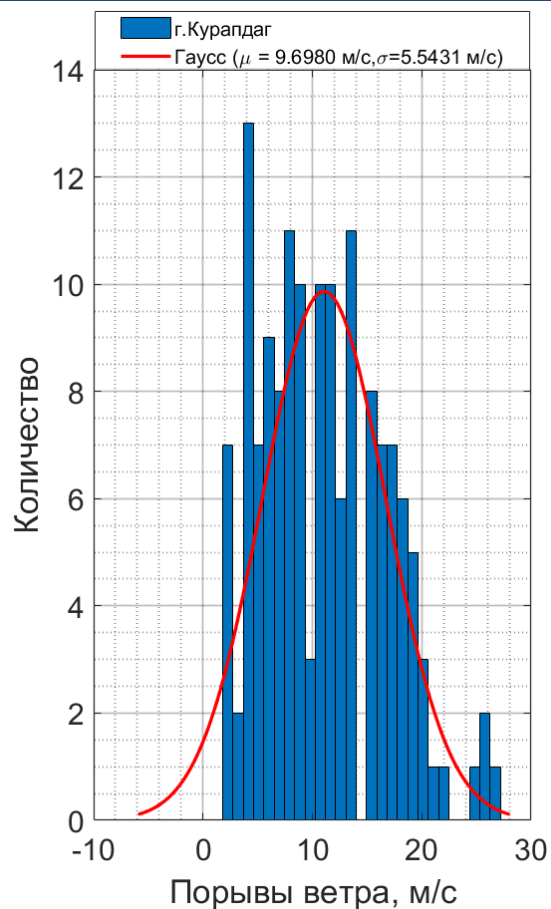
- Новые астропункты показывают высокие астроклиматические характеристики, однако для г.Курапдаг характерен достаточно сложный режим ветра с порывами до 40-50 м/с.
- В качестве альтернативы г.Курапдаг в АР нами рассматривается г.Джуфудаг, расположенная на границе Агульского района с Табасаранским, Хивским и Кайтагским районами в 28.5 км от г.Курапдаг и высокогорное плато Шунудаг в Кулинском районе Дагестана в 33 км от г.Курапдаг.

Таблица PWV и TCC 15 ночью практически интересных мест, полученная с помощью реанализа ERA-5 (2019 г)

Site	Height, m	PWV (Winter /Summer), mm	TCC (Winter /Summer)
Suffa, Uzbekistan	2400	2.7 / 8.7	0.60 / 0.32
Maidanak, Uzbekistan	2650	3.4 / 8.7	0.54 / 0.13
ALMA, Chili	5058	0.51 / 1.7	0.1 / 0.39
Aktashtau, Uzbekistan	3383	1.8 / 5.9	0.57 / 0.31
Ali 1, China	5100	0.4 / 4.4	0.35 / 0.57
Muztagh Ata, China	4536	0.7 / 3.7	0.42 / 0.62
Mondy, Savan, Russia	2006	0.9 / 10.0	0.45 / 0.61
Hulugaisha, Russia	3015	0.6 / 6.8	0.44 / 0.60
Tashanta, Altai, Russia	2500	1.2 / 11.9	0.37 / 0.51
Arkarsara, Russia	2839	2.6 / 8.2	0.71 / 0.53
Peak Terskol, Russia	3150	1.8 / 5.8	0.69 / 0.54
Gara-Bashi, Russia	3847	1.2 / 4.9	0.68 / 0.55
Priut 11, Russia	4100	1.1 / 4.8	0.68 / 0.55
Abishira-Ahuba, Russia	3016	2.1 / 6.7	0.71 / 0.53
Horai, Russia	3521	1.4 / 6.6	0.45 / 0.34
Kurapdag, Russia	3724	1.4 / 6.5	0.44 / 0.35
Shatshatmaz, Russia	2096	3.6 / 9.0	0.59 / 0.56
RATAN-600, Russia	970	6.2 / 21.8	0.63 / 0.54
BTA - the slope of Mt. Pastukhova, Russia	2070	3.9 / 12.9	0.67 / 0.55
Gruzinskii holm - the slope of Mt Pastukhova, Russia	2340	3.8 / 12.8	0.64 / 0.53
The top of Mt.Pastuhova	2732	3.7 / 12.2	0.62 / 0.52

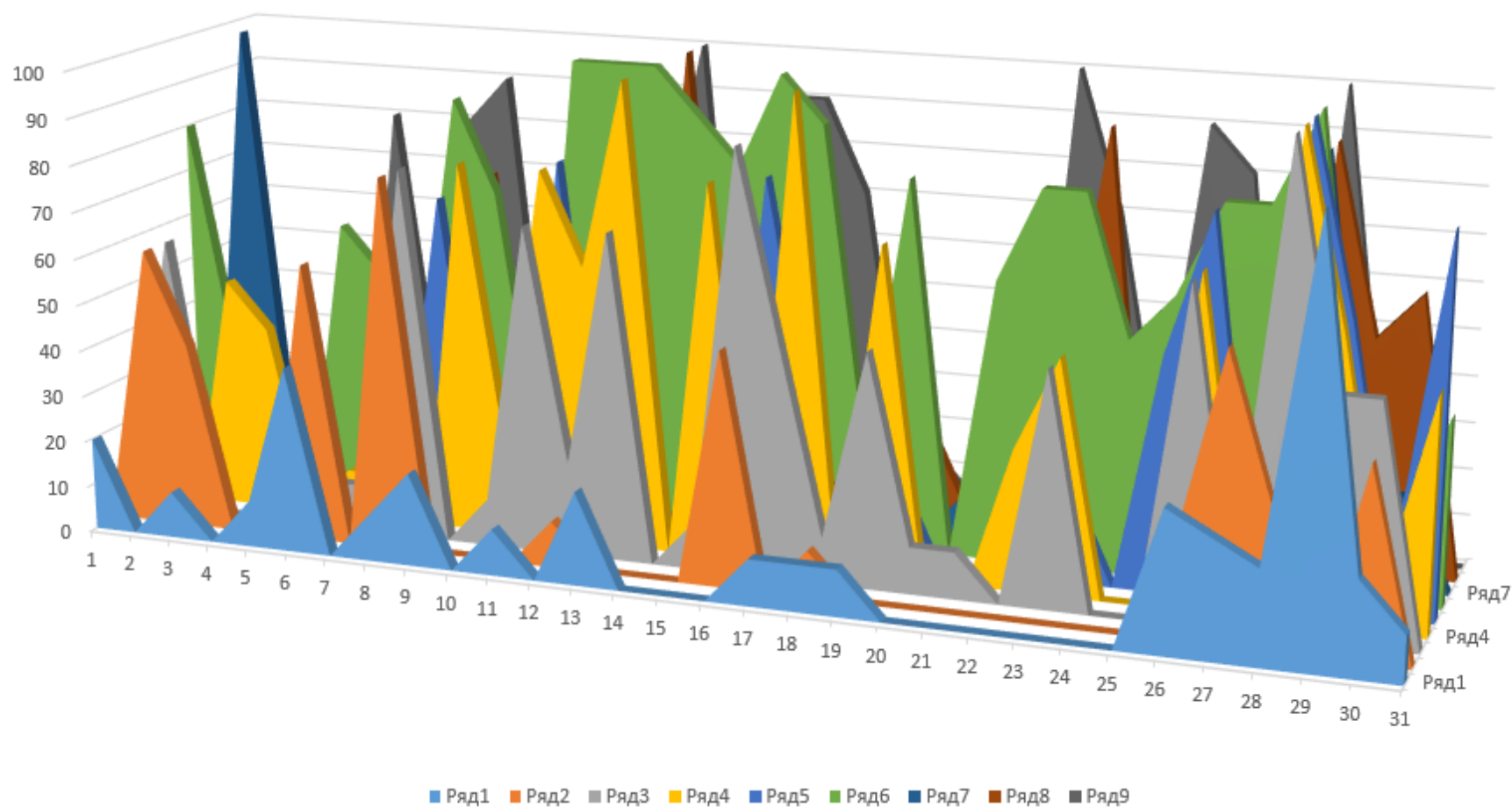


Медиана скорости порывов ветра на Северном Кавказе в зимнее время [м/с] по данным Era-5

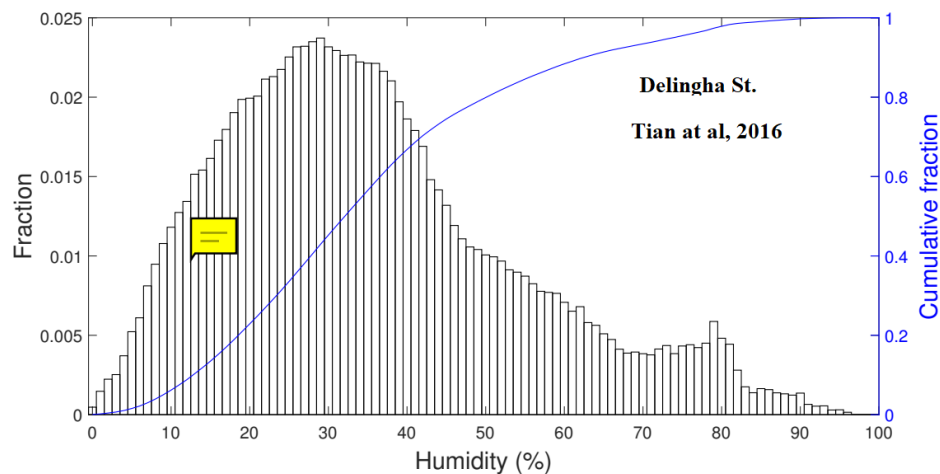


Гистограммы порывов ветра на г.Курапдаг (3724 м), г.Джуфудаг (3015 м) и п.Терскол (3127 м) в ноябре месяце за последние 5 лет, полученные с помощью прогностической модели ICON с пространственным разрешением (усреднением) 13 км

Облачность (%) на г.Курапдаг (3760 м) - 1, г.Джубудаг (3015 м) -2 плато Шунудаг (2963 м) - 3, г.Пастухова (2733 м) - 4, г.Чартулбак(3077м) -5, п.Терскол (3127 м) -6, с. Чираг (2235 м) - 7, с.Буршаг (2225 м) - 8, г.Шаджатмаз (2093 м) -9
декабрь 2024 г



Delingha (3200 m) осадки <300 мм!

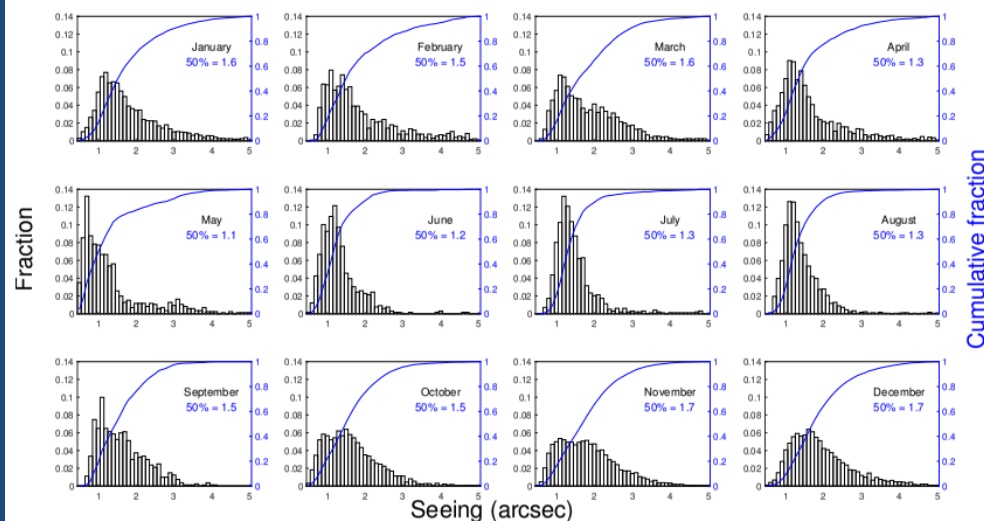


Humidity histograms and cumulative distributions from 2010 to 2014. See the electronic edition of the PASP for a color version of this figure.

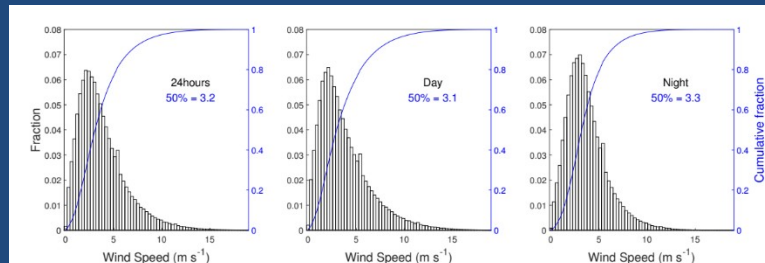
Statistics on clear skies during night-time at the Delingha site from 2011 to 2014

Year	Average	
Month	Clear	Cloudy
Jan.	15.0	8.8
Feb.	9.8	10.8
Mar.	12.0	10.3
Apr.	10.5	10.3
May.	6.5	11.3
Jun.	6.3	9.8
Jul.	7.5	7.5
Aug.	8.5	8.8
Sep.	8.8	12.3
Oct.	12.5	13.3
Nov.	12.8	9.5
Dec.	17.3	8.5
total	127.3	120.8

Delingha
Tian et al, 2016



Distributions and cumulative statistics for DIMM seeing by month from 2010 to 2012.



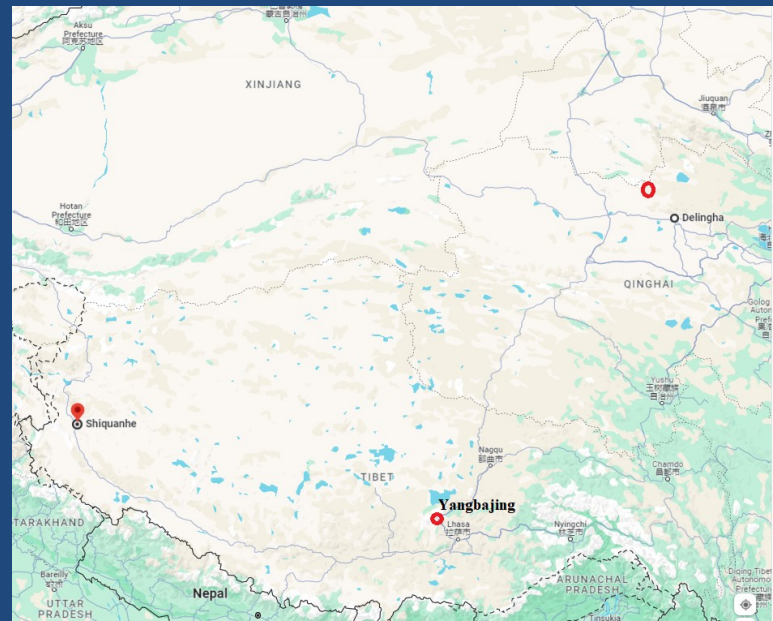
Wind speed histograms and cumulative distributions on 24 h, daytime and night-time basis from July 2013 to August 2015. See the electronic edition of the PASP for a color version of this figure.

Delingha St. 2016 Tian et al

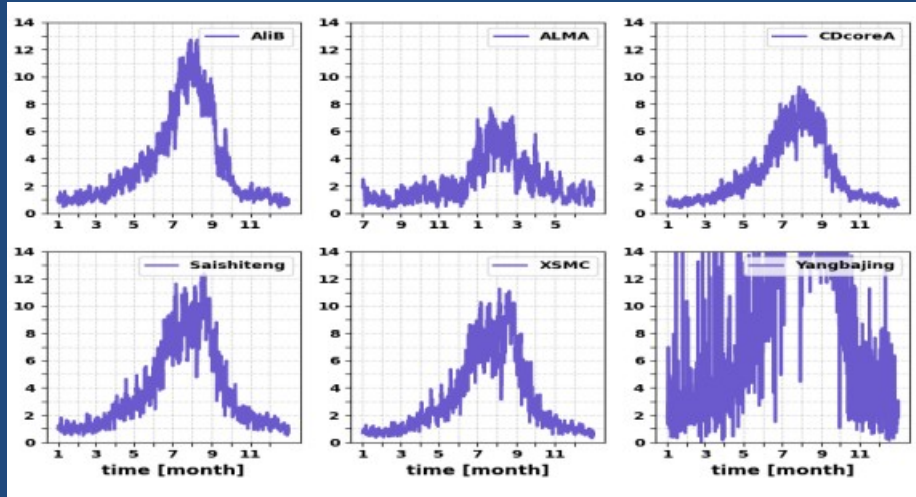
XSMT (15m Submm Telescope)



- **Site:** XSMC in Qinghai
- **Freq. band:** 0.1~0.5/0.66 THz



J. Li et al,
2024



XSMC сайт 150 км на NW от Делинхи (Delingha Radio Astronomy station 3200 м)

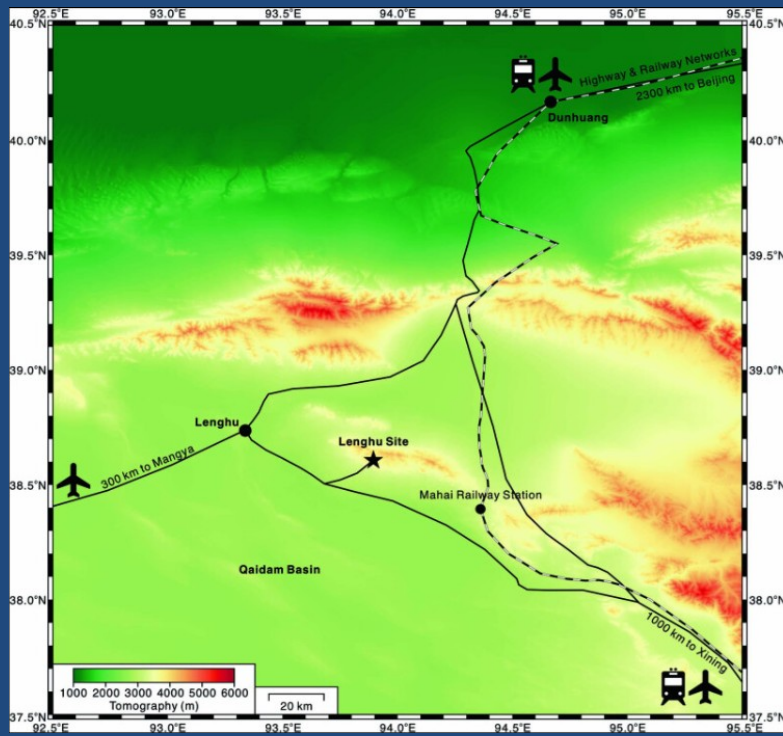


Fig. 1: The night seeing at the Lenghu site.

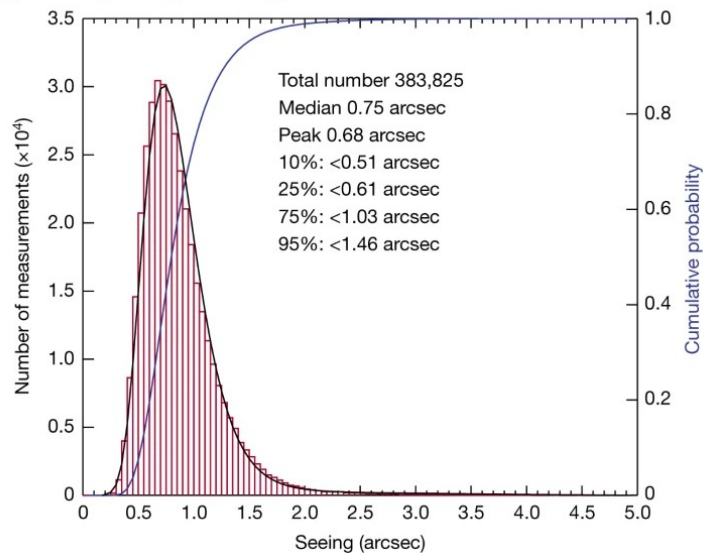
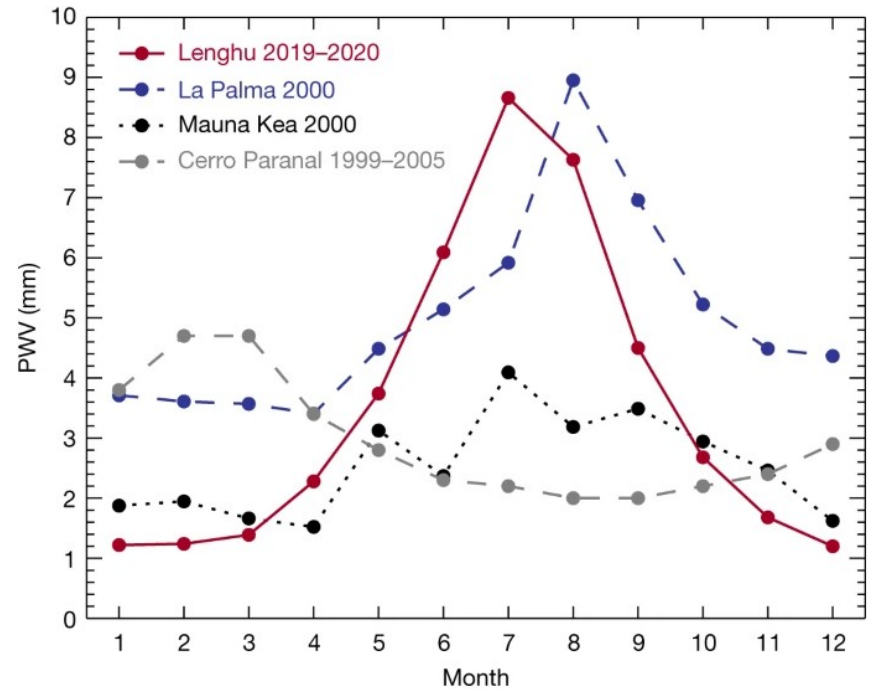
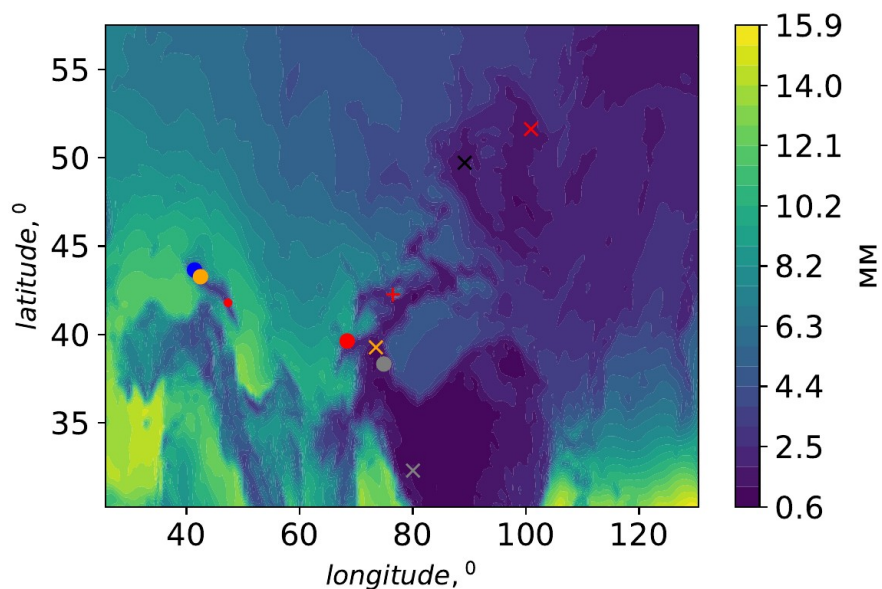


Fig. 3: Monthly averaged PWV at the Lenghu site in 2019–2020.

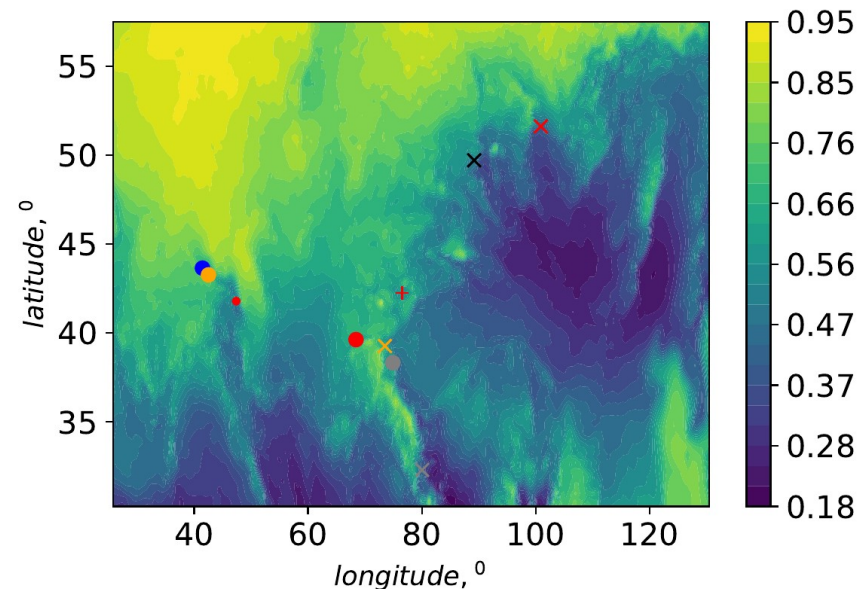


Deng, L., Yang, F., Chen, X. et al. Lenghu on the Tibetan Plateau as an astronomical observing site. Nature 596, 353–356 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03711-z>

Карты PWV и ТСС Евразии по ERA-5

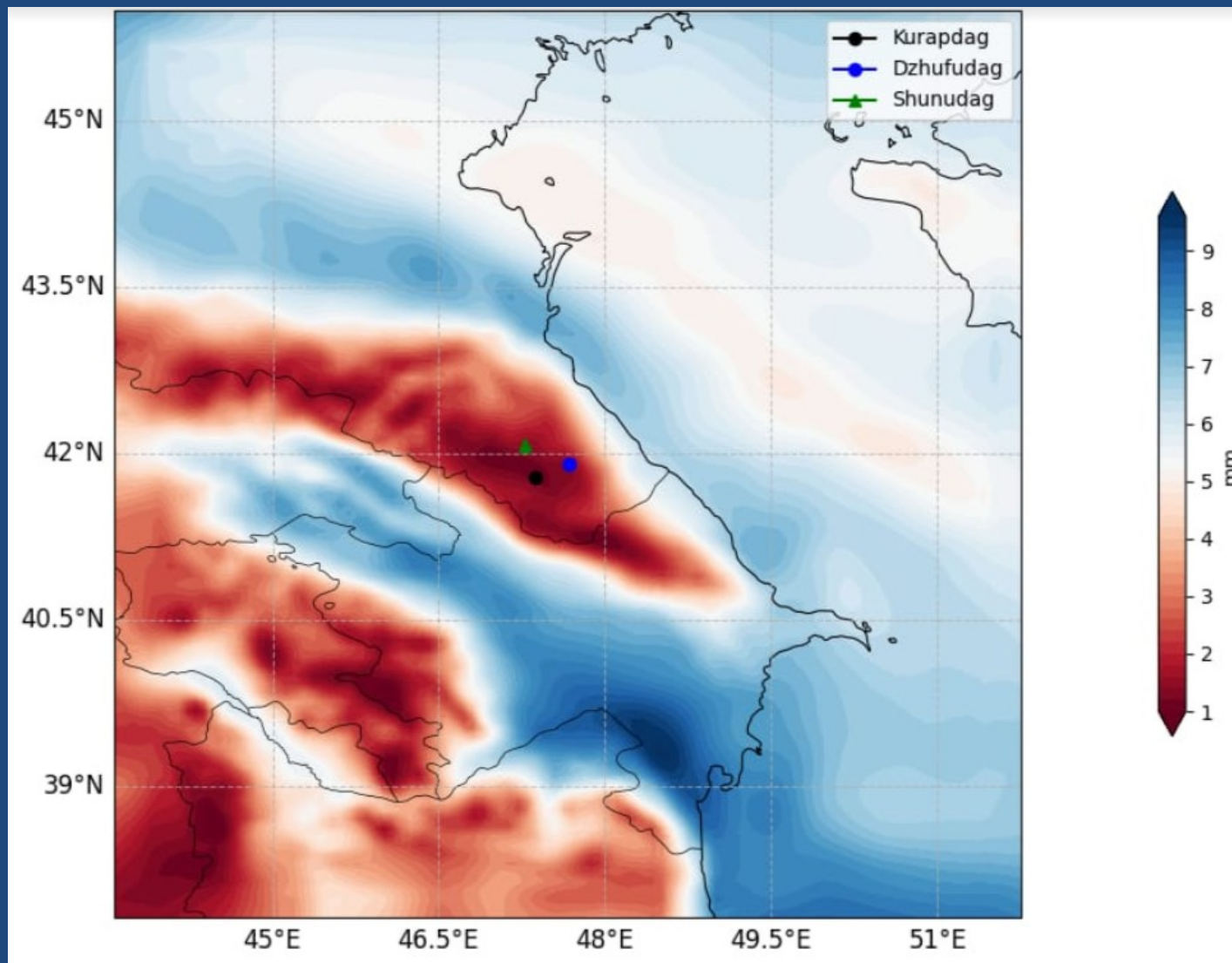


- | | | |
|------------|-----------|--------------|
| ● БТА | × ССО | • Курапдаг |
| ● Суффа | × Ташанта | ● Музтаг-Ата |
| ● Терскол | × Али | + Шор-булак |
| × Каракуль | | |



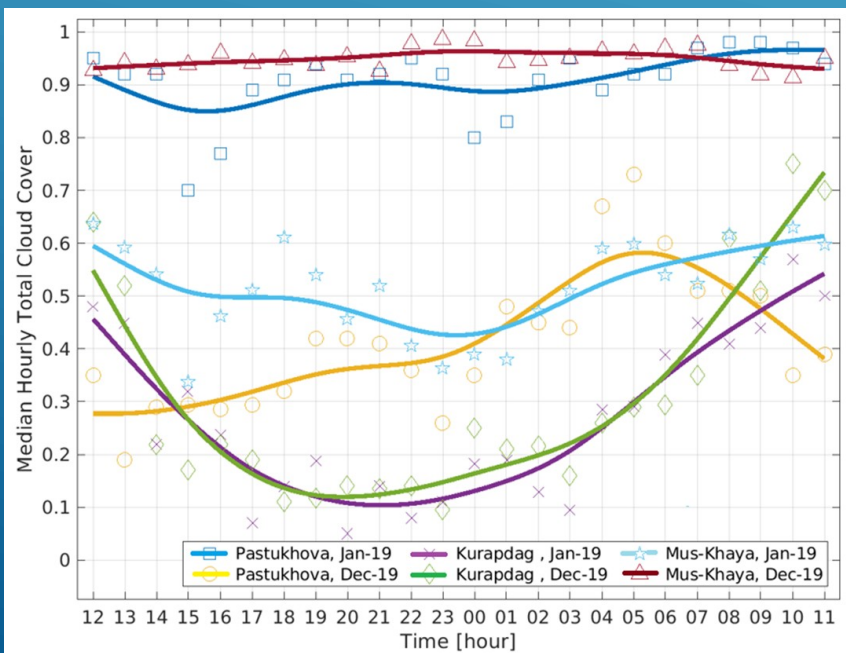
- | | | |
|------------|-----------|--------------|
| ● БТА | × ССО | • Курапдаг |
| ● Суффа | × Ташанта | ● Музтаг-Ата |
| ● Терскол | × Али | + Шор-булак |
| × Каракуль | | |

PWV по Era-5



СТАТИСТИКИ PWV И ТСС (ERA-5)

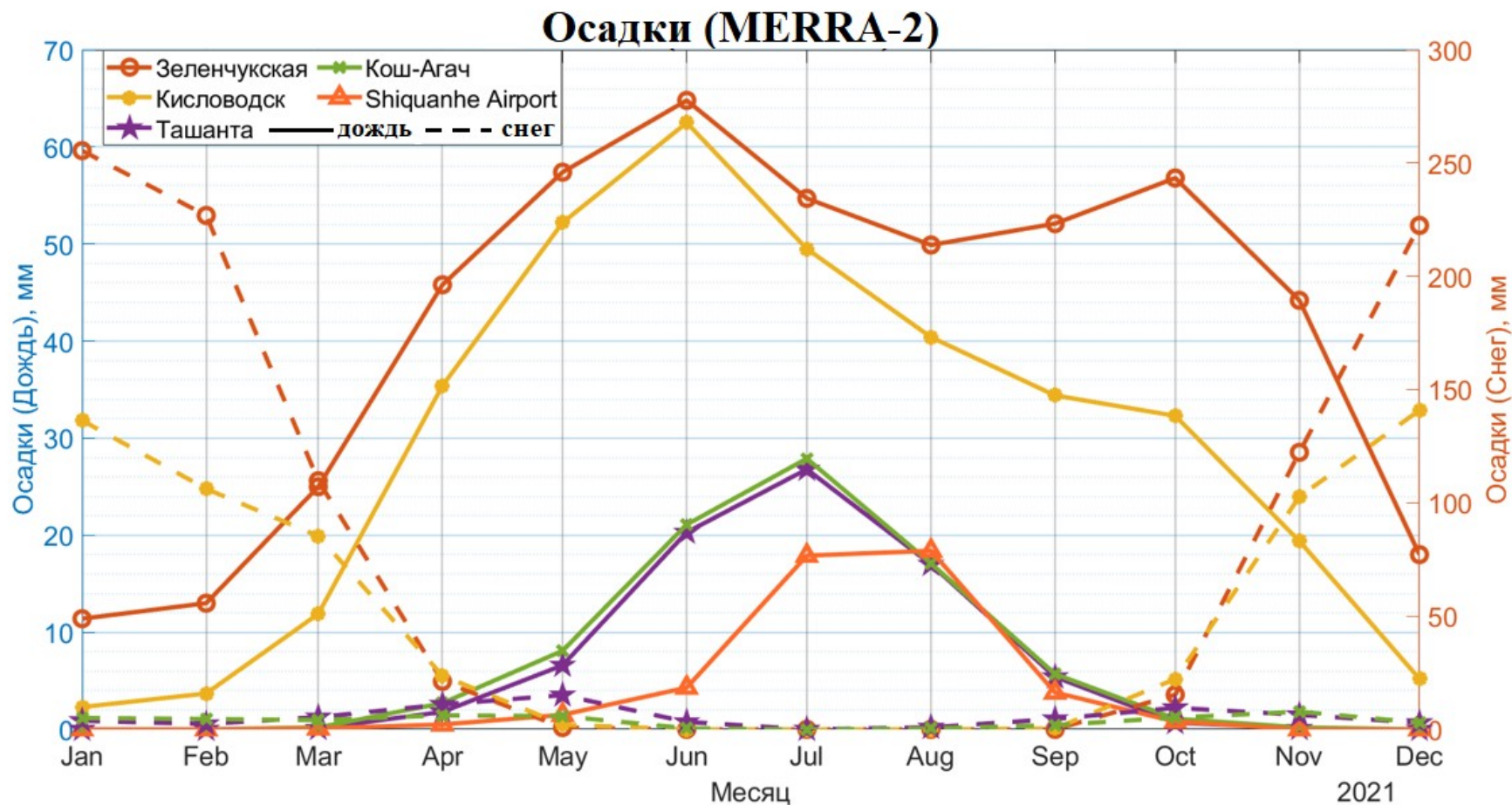
Сайт	Высота, м	PWV (ночи), мм		ТСС(ночи)		Примечание
		Зима	Лето	Зима	Лето	
г.Курапдаг, Дагестан, РФ	3724	1.4	6.5	0.44	0.35	2018 г., ночи
г. Мус-Хая, Якутия, РФ	2959	0.6	9.8	0.71	0.92	2018 г., ночи
БТА, РФ	2070	3.9	12.9	0.67	0.55	2018 г., ночи
Грузинский холм	2340	3.8	12.8	0.64	0.53	2018 г., ночи
Вершина горы Пастухова	2732	3.7	12.2	0.62	0.52	2018 г., ночи

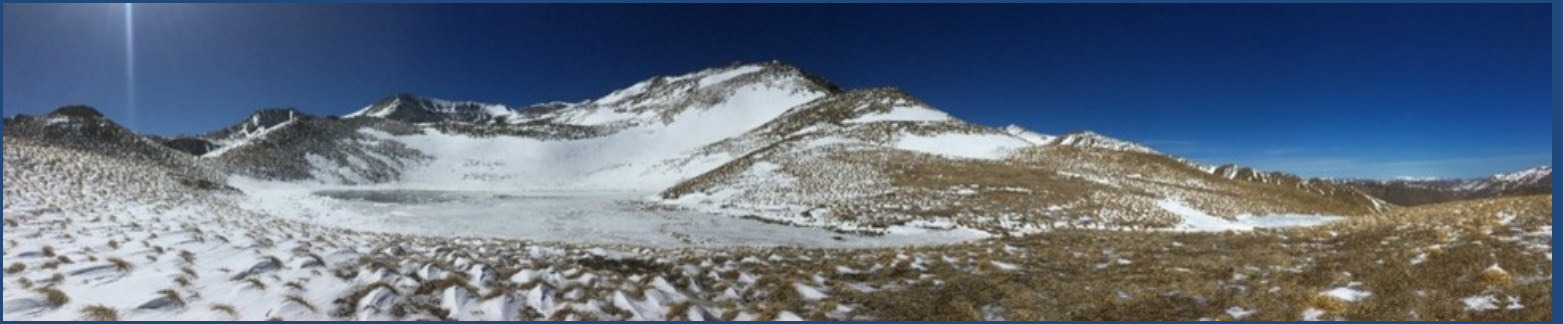


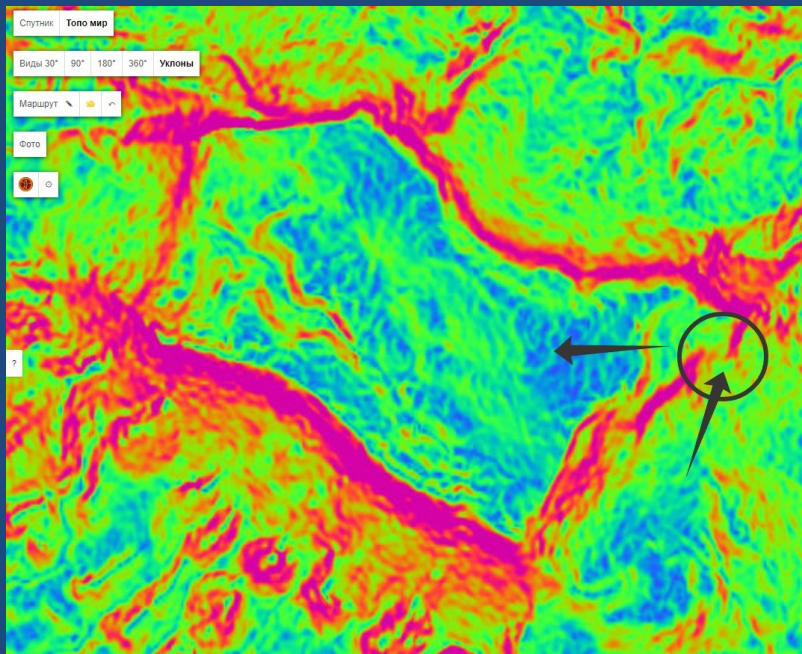
Изменение почасовой медианы ТСС на г.Пастухова, г.Купапдаг и г.Мус-Хая в течение суток в январе и декабре 2019 г. Из рис. наряду с очень низкой медианой ТСС на г.Курапдаг в январе и декабре 2019 г

Полученную нами статистику ТСС для г.Пастухова подтверждает статистика наблюдений на БТА: в январе и декабре 2019 г наблюдения на БТА проводились в течение 110 и 210 часов соответственно что составило 26% и 49% возможного фактического времени наблюдений (Отчет директора CAO РАН/Власюк, 2019).

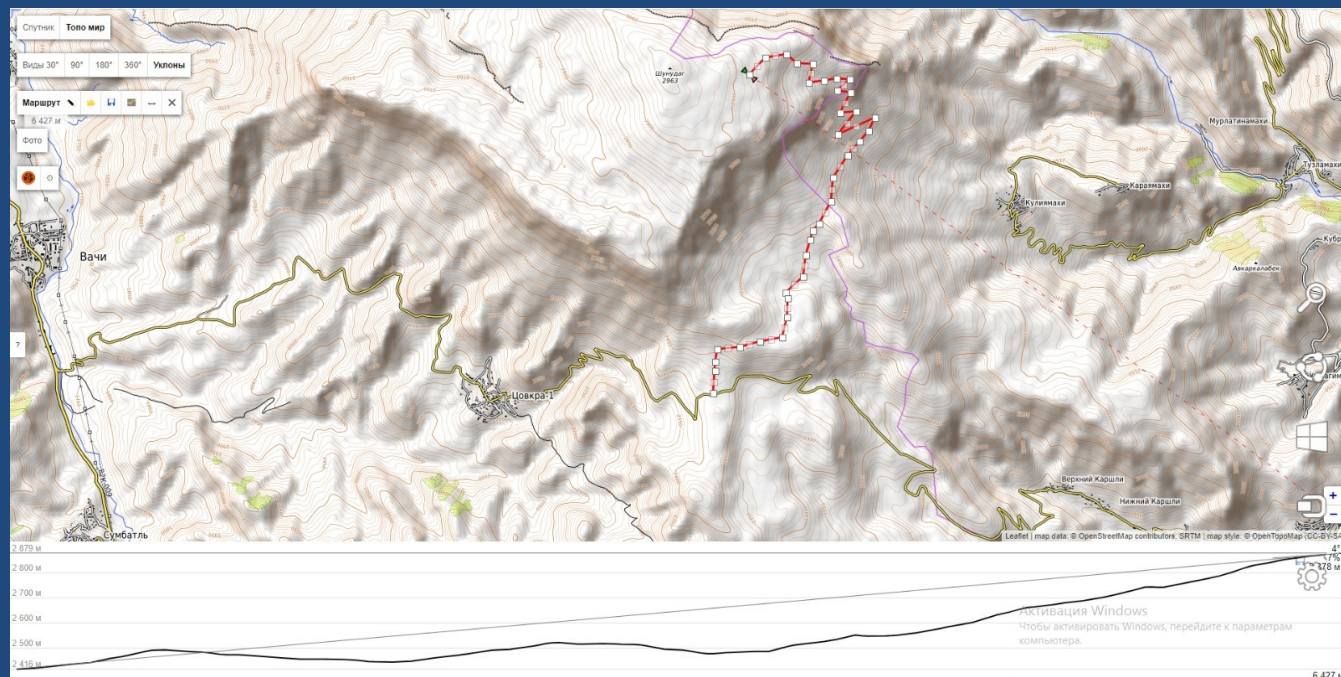
Осадки



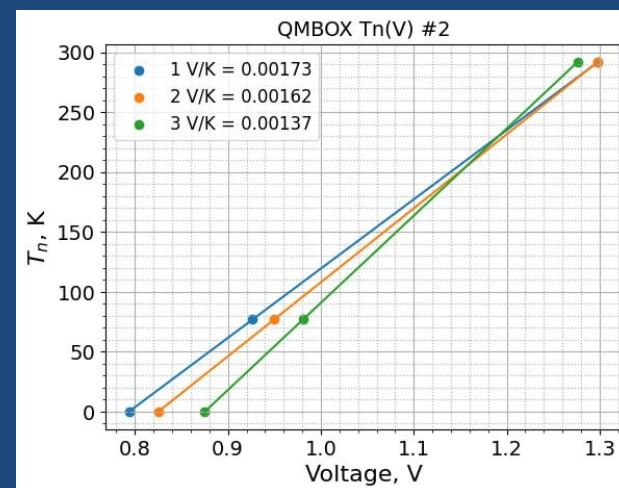
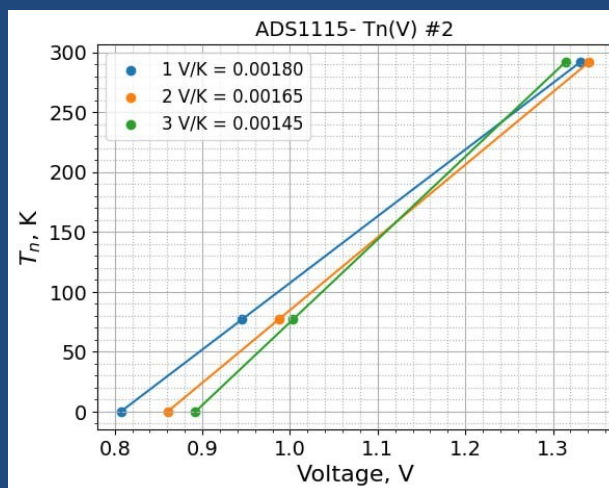
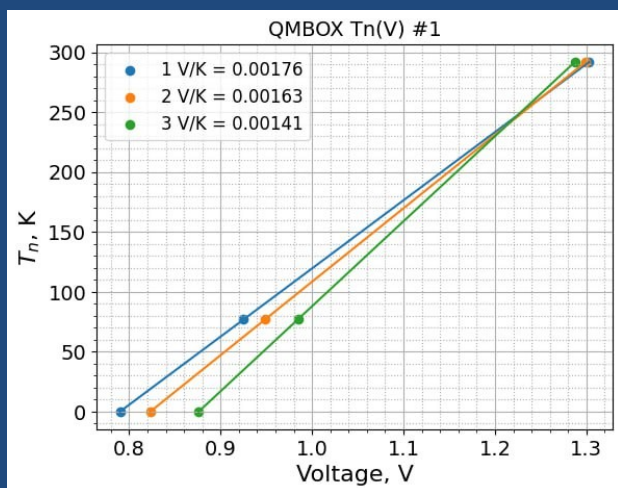
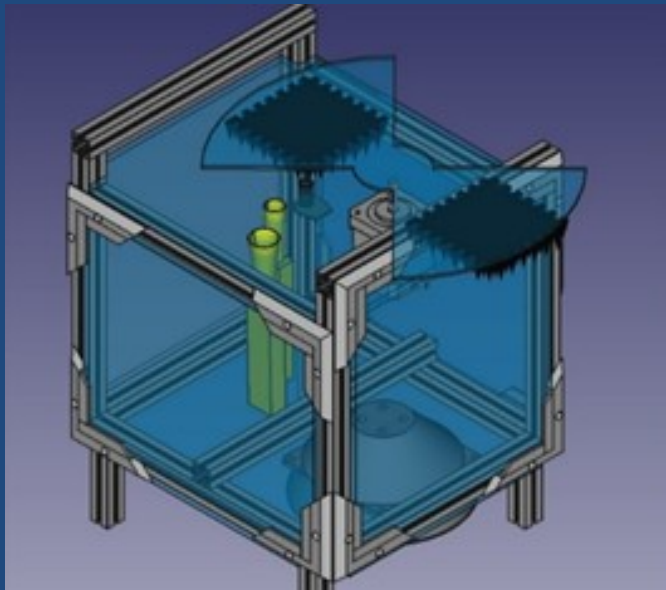




Плато Шунудаг (2963 м)



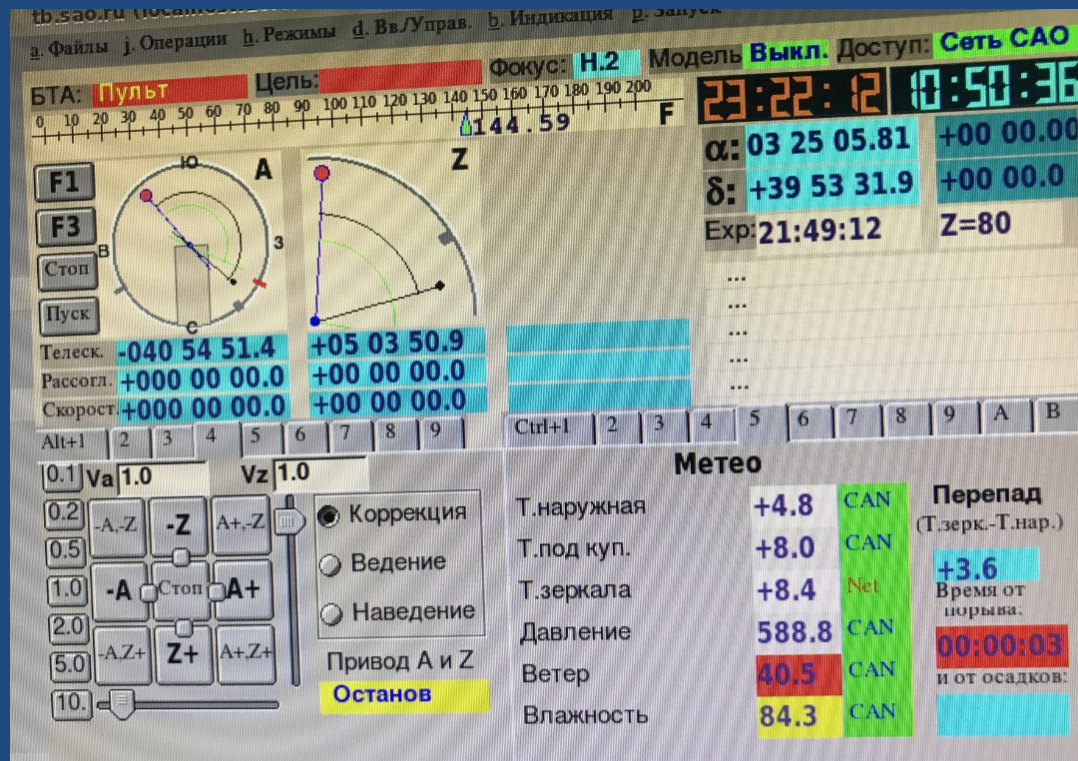
Измеритель Пропускания Атмосферы Радиометрический, двухканальный – ИПАР-2



Измерения БТА март 2025 г



БТА 17.03.2024



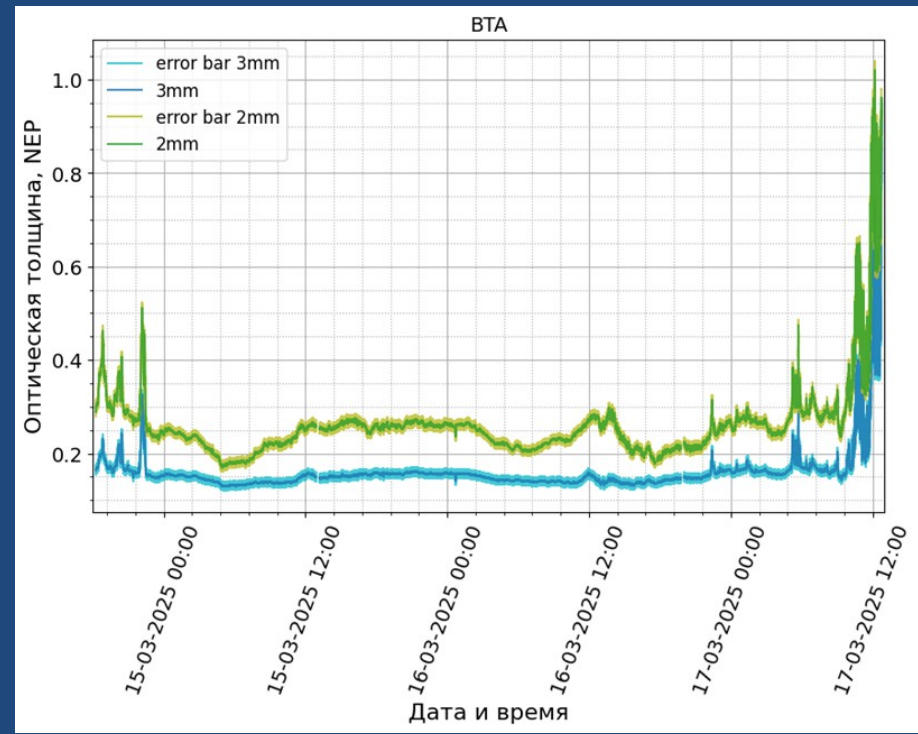
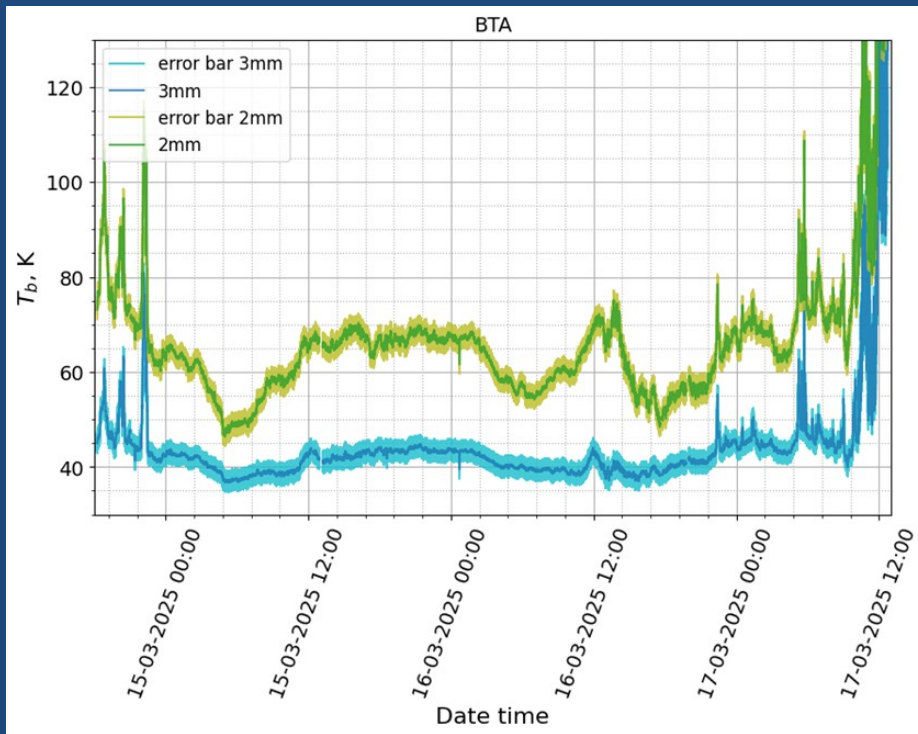
Измерения на горе Джуфудаг (3015 м) на высоте 2800 м



Измерения на плато Шунудаг (2800 м)

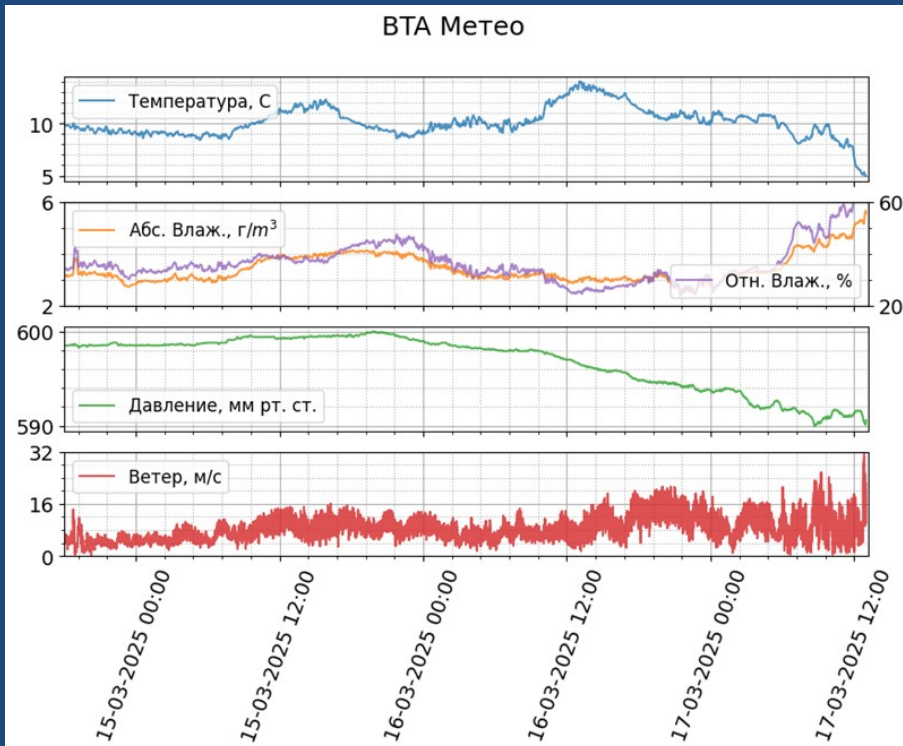
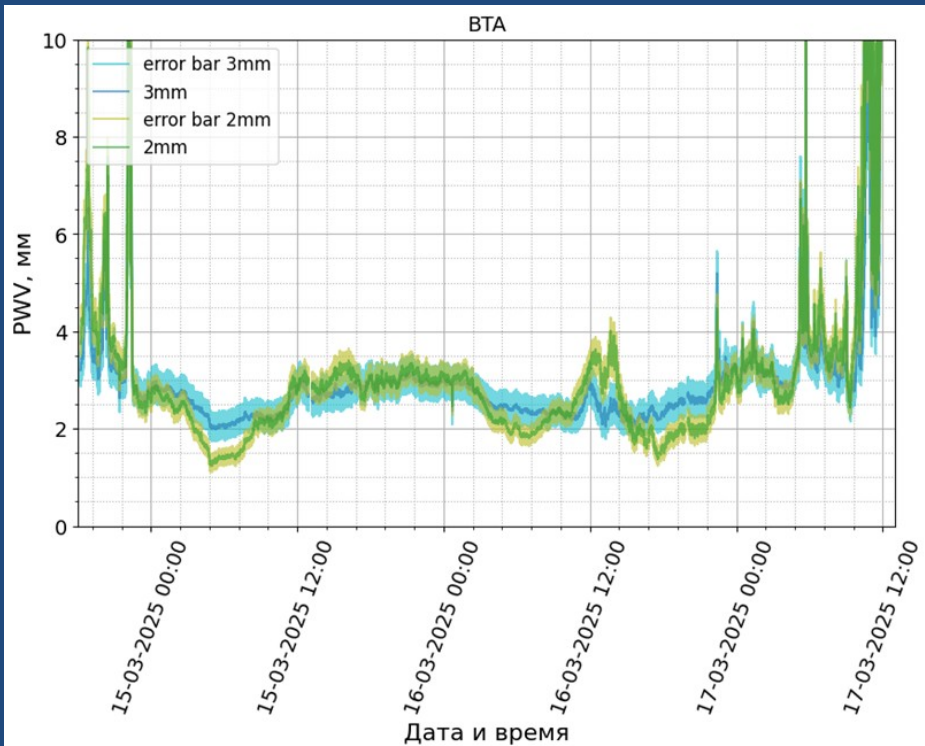


Пример радиометрических измерений на БТА

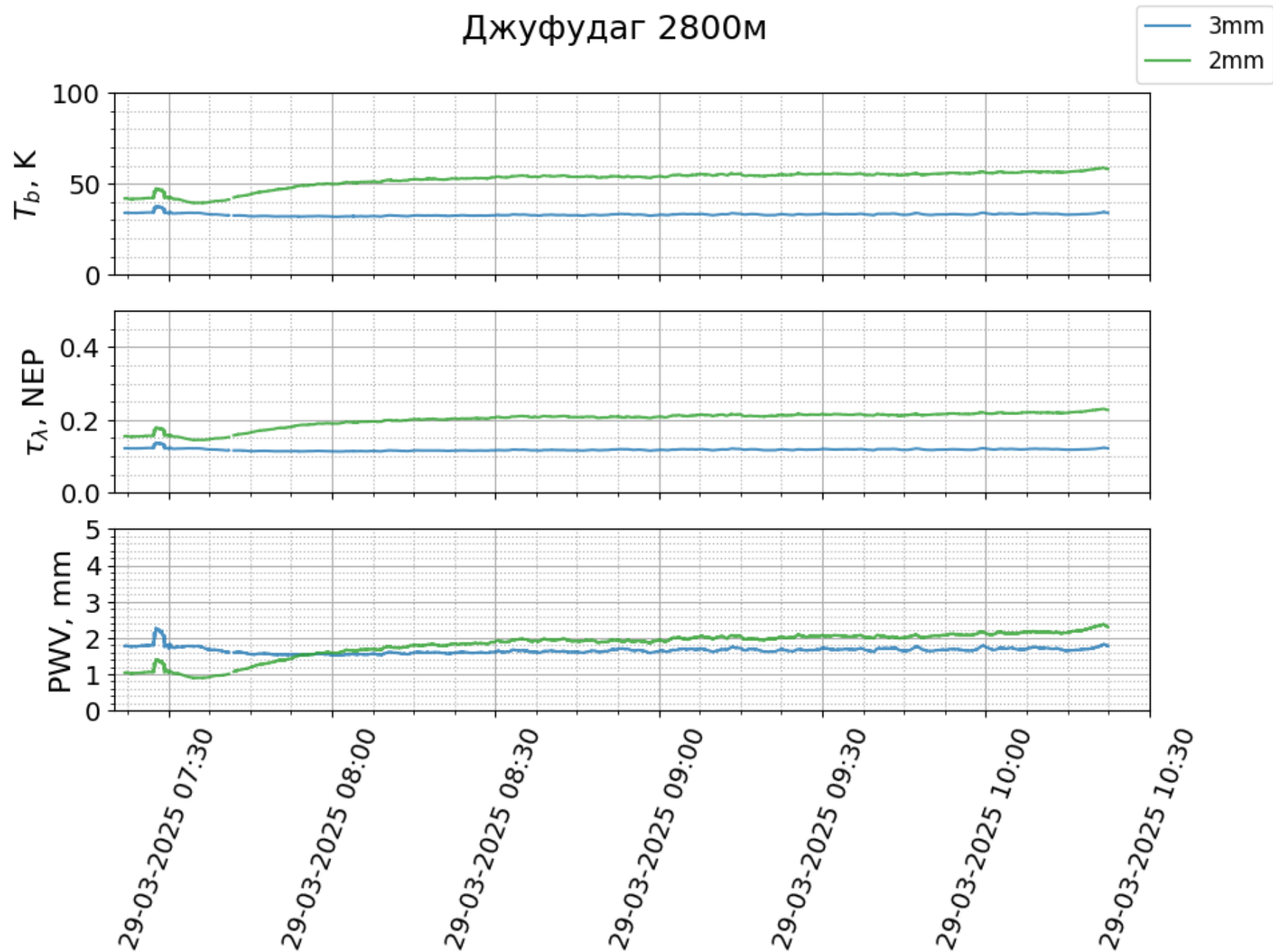


PWV и метео-параметры на БТА

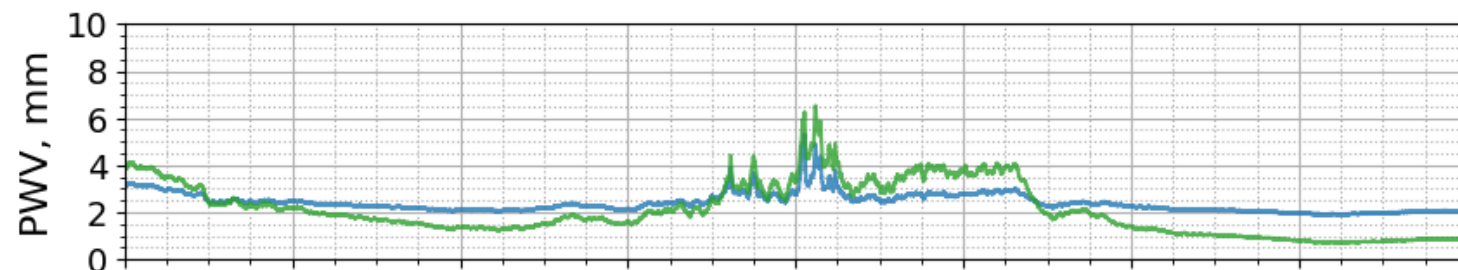
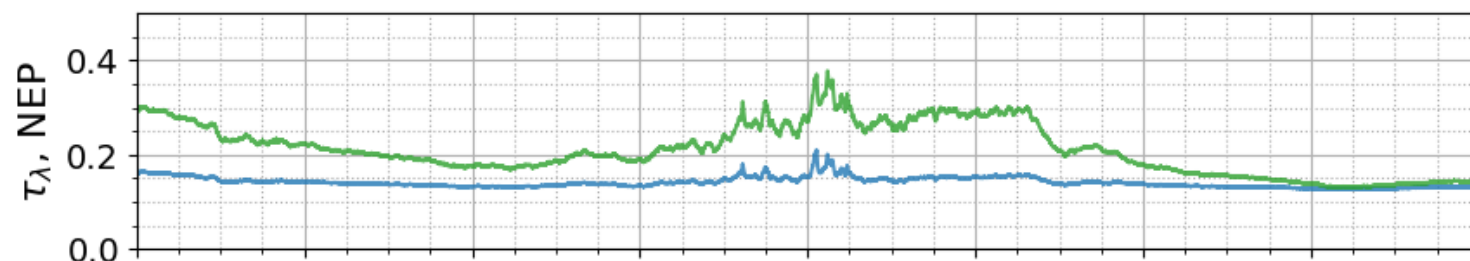
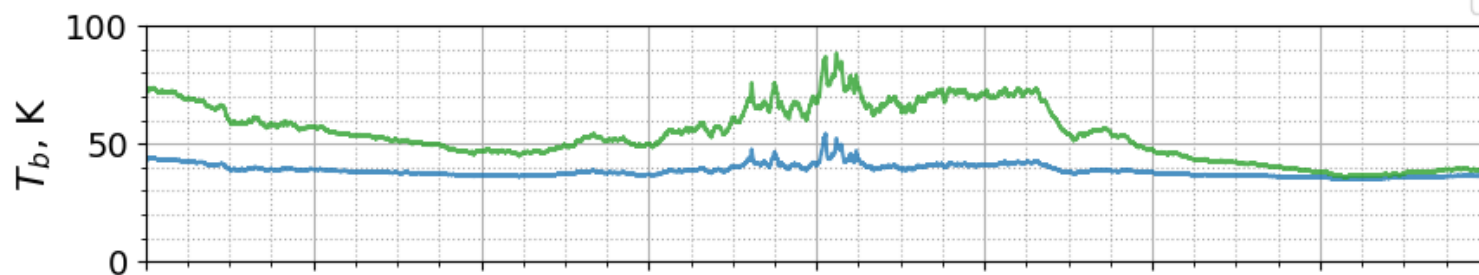
14-17.03.2025



Джуфудаг 2800м

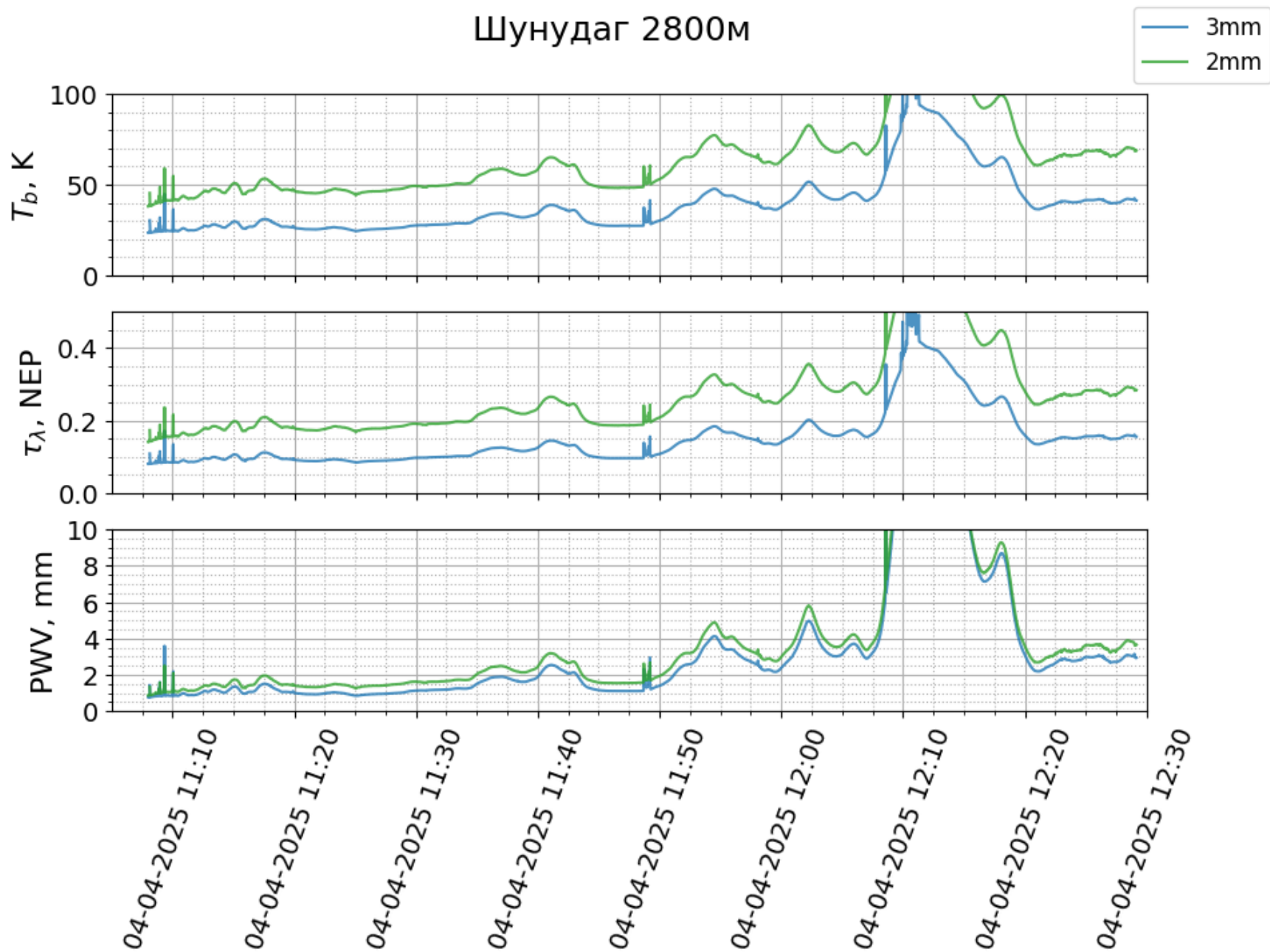


Буршаг 2200м

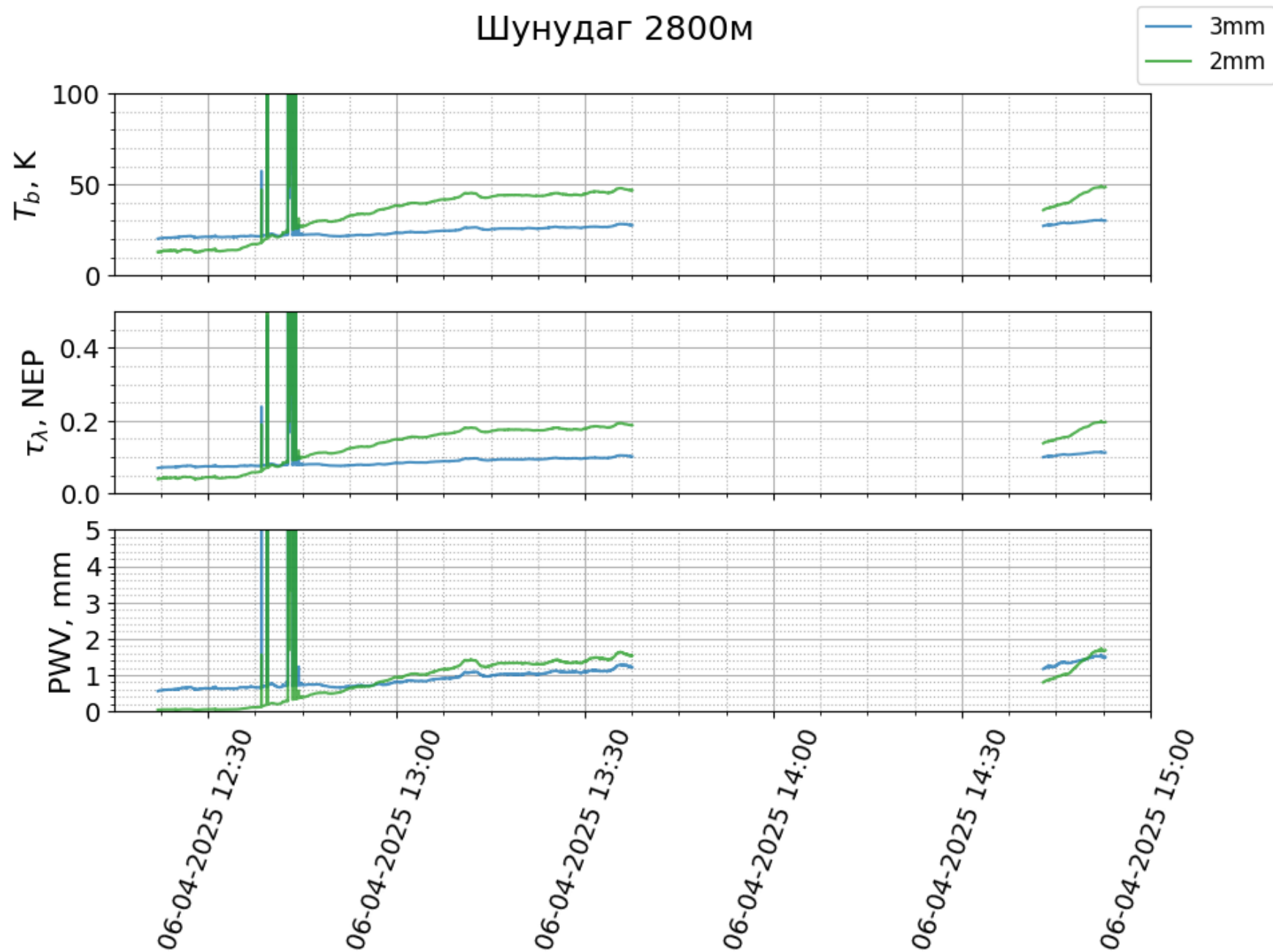


01-04-2025 00:00 01-04-2025 03:00 01-04-2025 06:00 01-04-2025 09:00 01-04-2025 12:00 01-04-2025 15:00 01-04-2025 18:00 01-04-2025 21:00 02-04-2025 00:00

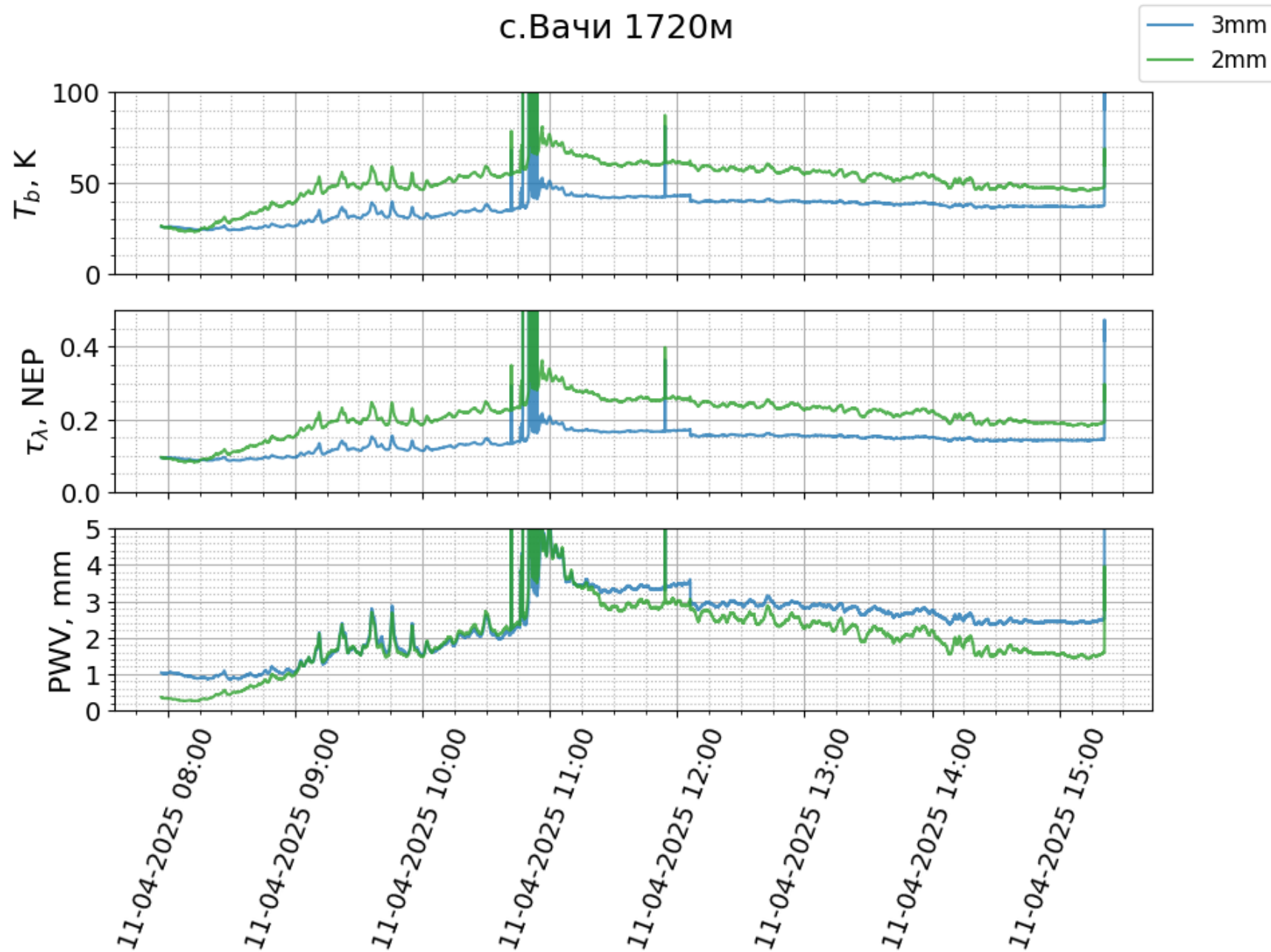
Шунудаг 2800м



Шунудаг 2800м



с.Вачи 1720м



Заключение

1.г.Джуфудаг в АР Дагестана демонстрирует очень спокойный ветровой режим в сравнении с г.Курапдаг, низкую облачность и достаточно низкий PWV для конца марта.

2.Плато Шунудаг в Кулинском районе Дагестана показало очень низкий PWV для начала апреля, низкую облачность, ветровой режим умеренно спокойный, более спокойный в сравнении с г.Курапдаг.

3.Оба места весьма перспективны для ESMT, имеют легкую доступность, но необходим дальнейший набор статистики PWV, общей облачности и метео условий.

4.Отметим, что за две недели был единственный ночной дождь перешедший в снег, все ночи кроме одной были ясными, одна ночь была ветренной на плато Шунудаг (до 30 м/с), днем бывала кратковременная облачность, но ПСС составила не менее 7-8 часов в день (50-55 часов в неделю).