Сектор Астрофизики и Астробиологии Физико-математического отделения Новой Израильской Ассоциации Наук (САА ФМО НИАН)
Михаил Козлов, PhD., Александр Козлов

Прогнозы САА ФМО НИАН на 4 дня максимальных значений геомагнитного возмущения индекса Kri.max для региона Израиля и Space Weather Prediction Center (SWPC) of National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) на 3 дня планетарного индекса Kp.max (3-Day Forecast), возможно, применимые для более высоких широт.

Таблица

	Пятница	Суббота	Воскресенье	Понедельник
Даты	13.11	14.11	15.11	16.11
Kri.max	Kri.max=1.7(G0)	Kri.max=1.7(G0)	Kri.max=2.3(G0)	Kri.max=3.0(G0)
Kp.max	Kp.max=1.67(G0)	Kp.max=1.67(G0)	Kp.max=1.67(G0)	

Пояснение к Таблице

Связанное с солнечной активностью (СА) геомагнитное возмущение часто оценивается индексом К, планетарным индексом Кр по шкале от 0 до 9 и индексом Dst в нТл, К-индекс представляет собой квазилогарифмический локальный индекс 3-часового диапазона магнитной активности относительно предполагаемой кривой спокойного дня для одной геомагнитной обсерватории. Кр-индекс вычисляется как среднеезначение К-индексов 13-ти геомагнитных обсерваторий, расположенных между 44 и 60 градусами северной и южной геомагнитных широт.
Это отклонение магнитного поля Земли в течение 3-х часов. Кроме того, для оценки интенсивности геомагнитных бурь NOAA США в ноябре 1999 года была введена пятибалльная шкала от G1 до G5. При этом G1 — Незначительная магнитная буря, G2 — Умеренная, G3 — Сильная, G4 — Тяжелая и G5 —Экстремально сильная. Между индексами G и Кр соблюдается соотношение, по которому G = Кр - 4. G1 соответствует Кр=5, а G5 — Кр=9. Умеренные бури характеризуются Dst от −50 до −110 нТл, сильные, от −110 до −210 нТл и экстремальные выше −210 нТл.
Следует учитывать, что для широты Израиля реальная величина максимального значения К-индекса будет меньше Крмах. И иногда это отличие может быть значительным. Поэтому, на основании сравнения данных Кр и значения К от обсерватории, расположенной на географической широте, близкой к Израилю и прогноза SWPC Кр, данных Real-Time Solar Wind (RTSW), а также данных Dst WDC for Geomagnetism, Kyoto в Таблице приводится прогноз максимального значения для нашего региона индекса Krimax, выполняемый САА ФМО НИАН, и Крмах 3-Day Geomagnetic Forecast планетарного индекса SWPC of NOAA.
Особенности геомагнитной активности для широты Израиля и проводимый учет динамических параметров СА и использования методов обработки информации в условиях неопределенности и неточности данных помог САА ФМО НИАН повысить достоверность текущих прогнозов геомагнитного возмущения на 3 дня по сравнению с прогнозами SWPC NOAA и, возможно, позволит расширить сроки достоверных прогнозов до 4-х дней. И с 18.08.2025г. начали приводить в Таблице прогноз на 4 дня. Поскольку, Кр-индекс и пятибальная шкала G широко используется при оценке геомагнитных возмущений, то в Таблице приводится соотношение Кр и G при оценке связи индекса К для региона Израиля.

Генерация Х-лучей, протонов с высокой энергией и геомагнитная активность в октябре и ноябре 2026г.

Генерация Х-лучей

На рис.1 показаны данные о генерации Х-лучей, получаемых со спутников NASA GOES-18 и GOES-19. Генерация Х-лучей 7.11, 8.11 и 11.11 достигала уровень класса М. 22.09 произошло в течение более 8 часов отключение информации со спутников GOES-18 и GOES-19 (рис.5.4.7 и 5.4.8), которое могло сказаться на последующие прогнозы геомагнитной активности.

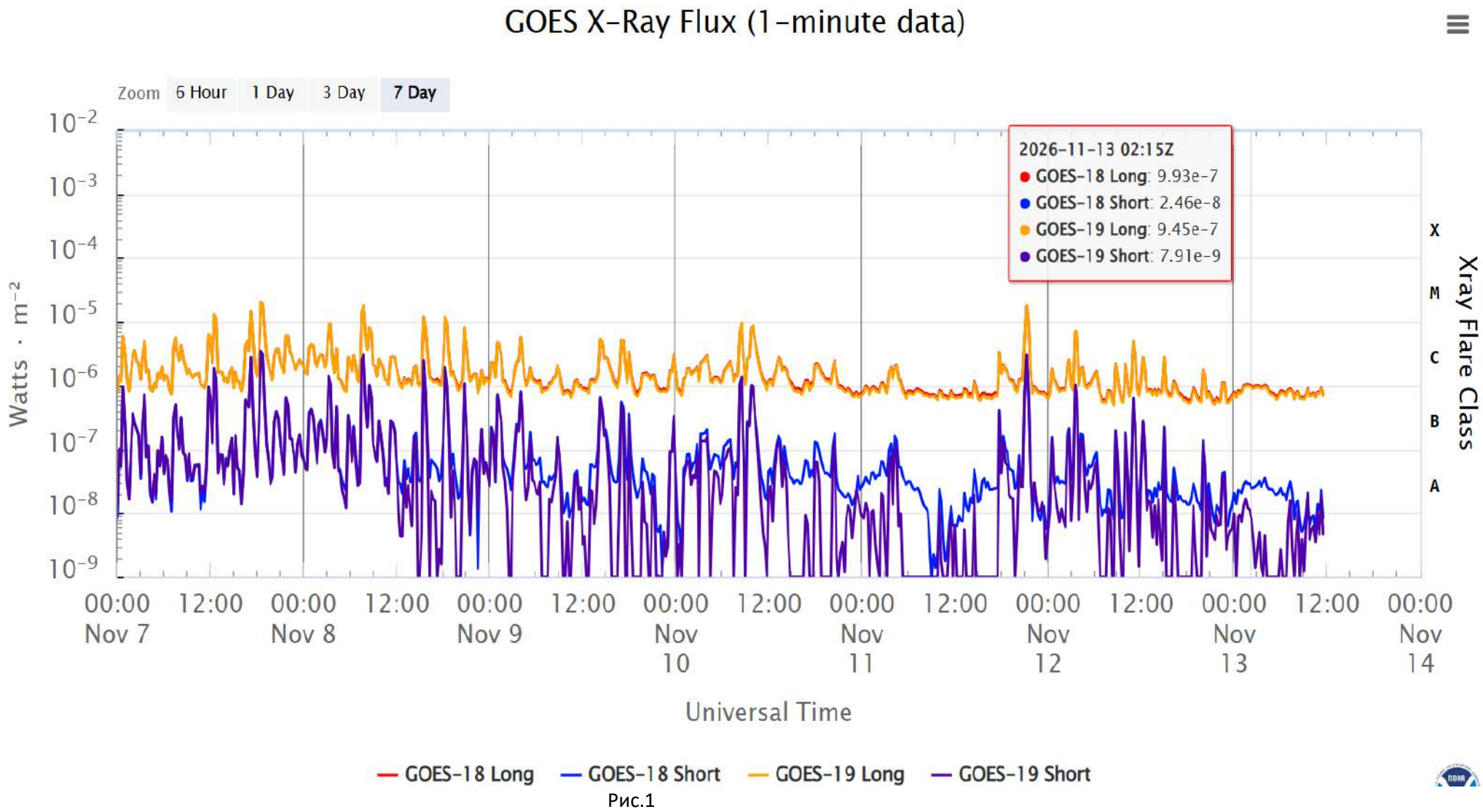


Рис.1

Генерация протонов

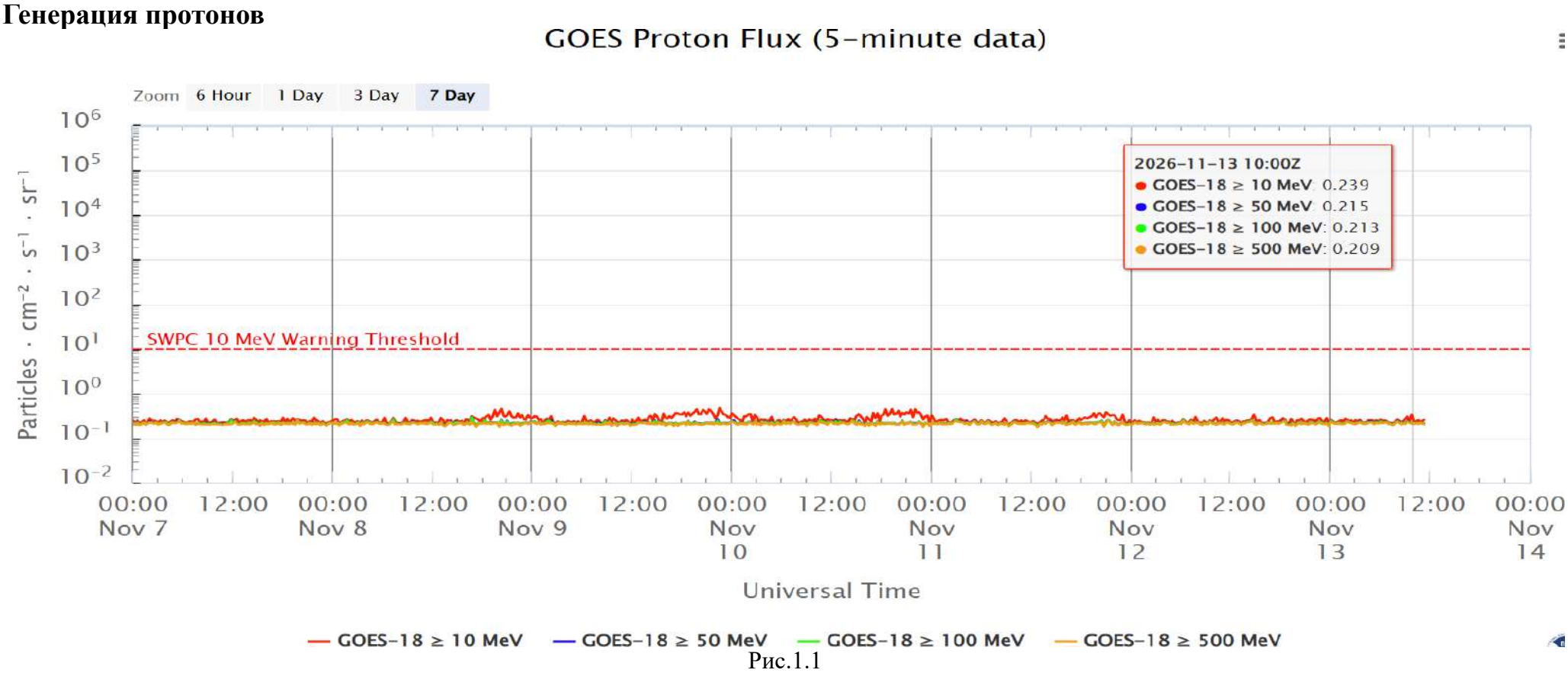


Рис.1.1

Начавшийся 18.01.2026г. всплеск генерации протонов превысил 19.01 опасный порог SWPC по генерации протонов с энергией >10MeV в 3700 раз и с энергией >50MeV в 4.6 раза, а с энергией >100MeV после общего пика уменьшилась по сравнению с обычным своим значением, наверное, до восстановления. 22.01 генерация протонов опустилась ниже порога SWPC. Предыдущий мощный рост превысил 12.11.2025г. порог SWPC в 146 раза. С 1.04 начался всплеск генерации протонов, приблизившись 2.04 к опасному порогу SWPC, создав проблемы для космических полетов. 25.05 произошел мощный всплеск генерации протонов, который в начале 26.05 более чем в 2 раза превысил опасный порог SWPC. С 25.06 начался небольшой всплеск генерации протонов, который трудно было определить из-за сбоя в это время в данных со спутника NASA GOES-18 (рис. 5.2 и 5.4.3). Такой сбой повторился 1.07 и 21.07 в течении 30 минут и 22, 07 на 20 минут (рис. 5.4.4 и 5.4.5). Как видно из рис.5.4.6 в сентябре началось осеннее затенение спутника NASA GOES-18, которое 3.09 и 10.09 привело к более чем на час к сбою измерения генерации протонов. 5.09 произошел более серьезный сбой в течении 1 часа 55 мин при резком превышении генерации протонов допустимого опасного порога SWPC (рис. 5.2.4, рис.5.2.5 и рис.5.4.7). И возможно трудно сказать, насколько в этот период было превышение SWPC. Как видно из рис.5.4.8 сбои в выдаче информации со спутника GOES-18 продолжались 21.09 и 22.09, по-видимому, по разным причинам. На рис. 5.2.6 показан сбой измерения генерации протонов в течении 6 часов 45 минут с 31.10 по 1.11. С 8.11 наблюдается всплеск генерации протонов.

Геомагнитная активность

На рис.2 показано необычное поведение солнечного ветра начиная с 18 января 2026г. 18.01 скорость солнечного ветра сначала уменьшилась 19.01 до 290км.сек, а затем, примерно, через 10 часов резко возросла до 1102км.сек, что рассматривалось как предвестник мощной геомагнитной бури, следы которой видны по изменению Bz на рис. 2.

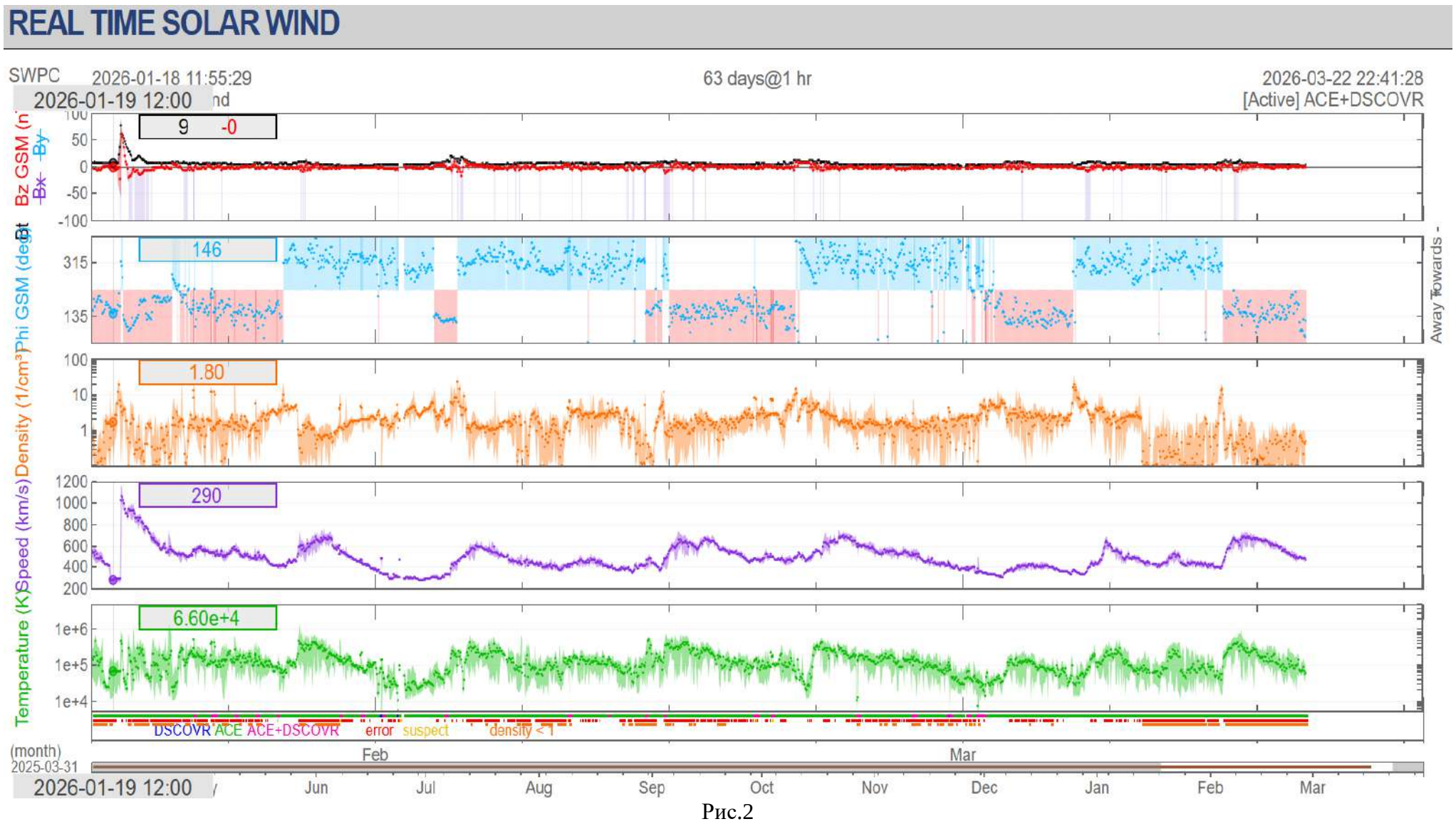
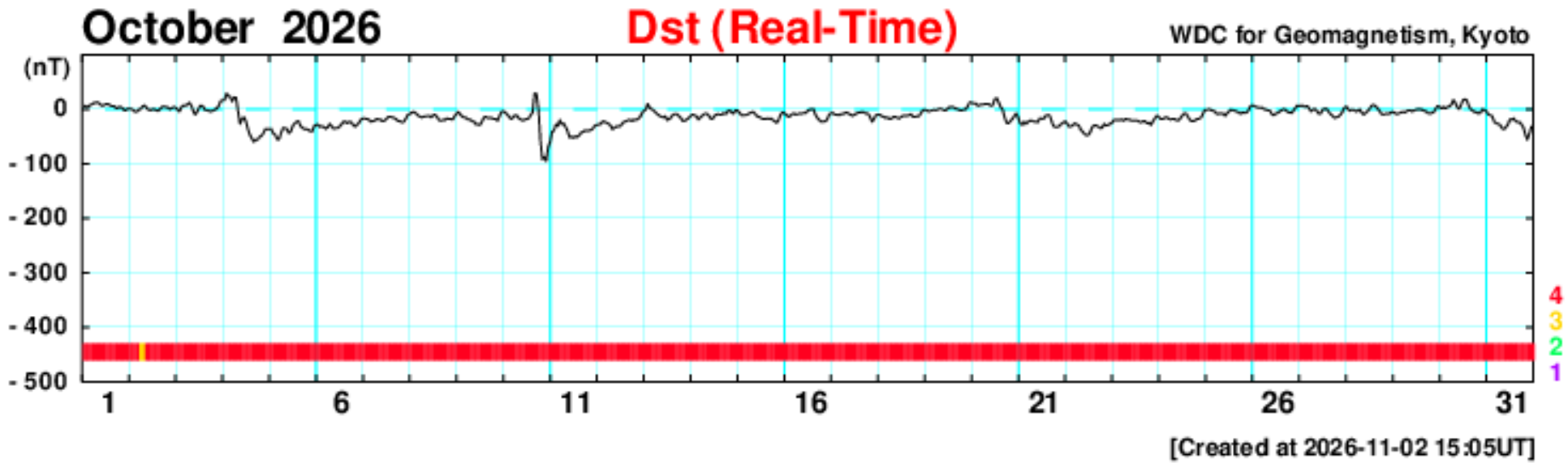


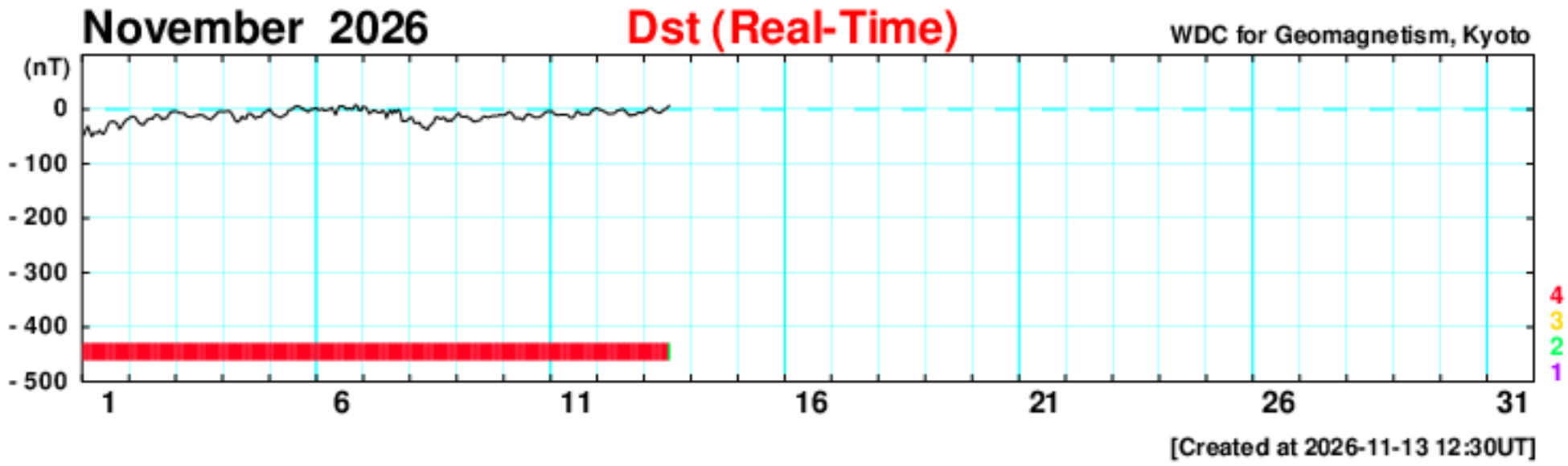
Рис.2

WDC for Geomagnetism, Kyoto
Hourly Equatorial Dst Values (REAL-TIME)



OCTOBER 2026 unit=nT UT

DAY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	-5	-10	-14	-15	-16	-19	-19	-22	-23	-28	-28	-29	-23	-15	-14	-16	-16	-16	-18	-18	-21	-13	-5	-4
10	-6	-10	-14	-18	-15	-11	-12	-17	-19	-21	-19	-18	-17	-11	-6	29	28	-1	-57	-92	-87	-95	-69	-60
11	-4	-39	-28	-31	-20	-28	-26	-33	-41	-52	-50	-53	-50	-51	-47	-43	-41	-39	-39	-39	-38	-35	-30	-29



NOVEMBER 2026 unit=nT UT

DAY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-48	-37	-31	-42	-50	-43	-44	-43	-39	-44	-46	-40	-31	-24	-23	-22	-24	-27	-36	-34	-27	-22	-19	-17
2	-14	-13	-14	-19	-24	-27	-29	-27	-20	-19	-17	-18	-13	-10	-11	-14	-19	-17	-17	-13	-7	-5	-4	-4
3	-5	-7	-7	-7	-10	-14	-14	-15	-14	-12	-12	-10	-11	-11	-14	-16	-18	-19	-15	-12	-8	-5	-4	-5
4	-4	-4	-3	-5	-10	-17	-23	-23	-19	-13	-17	-17	-9	-8	-10	-14	-17	-14	-14	-13	-7	-5	-3	0
5	-4	-9	-11	-13	-15	-15	-12	-11	-8	-1	-1	1	4	6	5	3	1	-1	-3	-5	-1	0	1	2
6	-1	-1	1	-2	-2	-1	0	3	-4	-10	0	6	6	5	1	0	2	0	1	8	6	-2	-2	5
7	4	0	-8	-7	-2	-2	-5	-6	-6	-2	-5	-16	-7	-2	-8	-2	-6	-1	-5	-22	-22	-22	-19	-16
8	-15	-23	-26	-25	-25	-32	-33	-36	-38	-31	-28	-25	-16	-14	-17	-18	-15	-17	-22	-20	-22	-18	-15	-10
9	-7	-13	-14	-14	-13	-16	-17	-21	-23	-22	-21	-20	-16	-13	-14	-15	-14	-13	-12	-13	-12	-10	-11	-11
10	-10	-6	-5	-7	-11	-17	-17	-16	-18	-20	-14	-10	-9	-11	-13	-15	-15	-15	-13	-11	-7	-5	-4	-4
11	-4	-9	-10	-11	-10	-10	-10	-10	-11	-15	-16	-14	-7	-4	-7	-10	-9	-9	-10	-9	-4	-1	1	2
12	-1	-1	-3	-5	-7	-9	-8	-8	-7	-3	-2	-1	0	-2	-6	-10	-12	-10	-11	-9	-6	-6	-7	-5
13	-2	0	3	2	-2	-4	-6	-7	-5	-1	0	3	7											

Рис.3

Между вспышкой на Солнце и геомагнитным возмущением проходит от 3-х до 4-х суток и более. Приводимые в Observations Space Weather Overview данные о планетарном индексе Кр отличаются от значения индекса К, соответствующего широте Израиля. И поскольку индекс Кр рассчитывается по данным индексов К, получаемых с обсерваторий, расположенных на более высоких широтах, чем Израиль, то значение Кр будет выше, чем реальное значение индекса К на территории Израиля. В статье The need to transition from the planetary K-index to the local K-index when assessing geomagnetic activity in Israel and Western Asia https://netanyascientific.com/PrognozSA/data/3.MK.pdf нами приводятся сравнительные данные о геомагнитной активности с индексом Кр и данные индекса К обсерватории, находящейся на широте близкой Израилю, показывающие более высокие значения Кр по отношению индекса К для наших широт. И для отображения более достоверной информации о геомагнитной активности в нашем регионе мы, при отсутствии обсерватории с оборудованием магнитометрии в Израиле, приводим данные о значении К (рис.4), получаемые на магнитометрах обсерватории Fredericksburg (США), расположенной на близкой к Израилю широте. На рис.4 приведены данные SWPC индексов К за семь дней, получаемые на магнитометрах 4-х обсерваторий, расположенных на разных широтах, включая и обсерваторию Fredericksburg

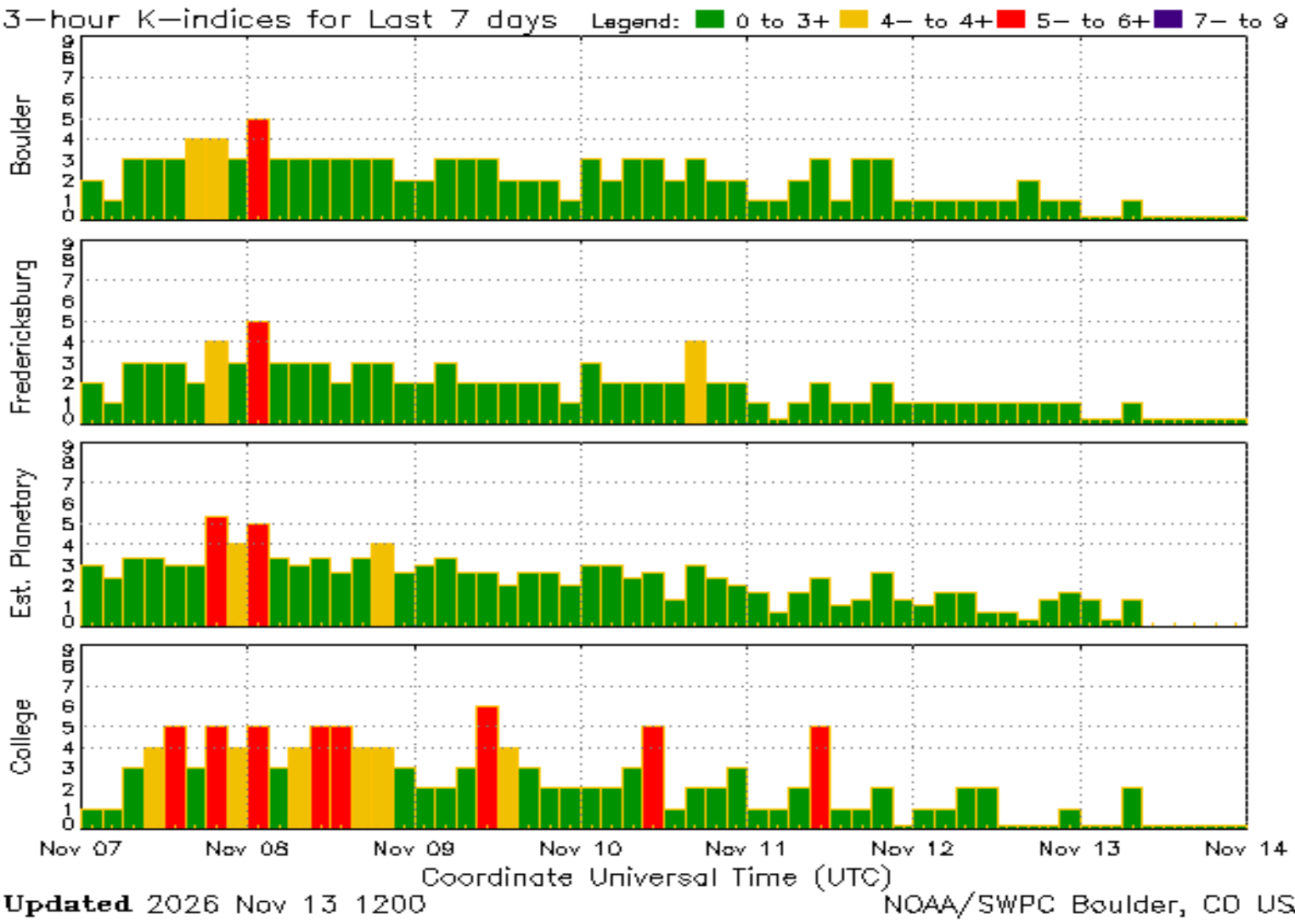


Рис.4

При сравнении, приведённых на рис.4 данных о геомагнитной активности на низкой и на более высоких широтах видно, что на более высоких широтах геомагнитная интенсивность достигала более высокого значения индекса К. Это подтверждает необходимость использования при прогнозе максимального значения геомагнитной активности для региона Израиля индекса Krimax. В дальнейшем приводиться информация до 7-ми дней о СА и геомагнитных возмущениях для региона Израиля, естественно, с необходимым уточнением и коррекцией выявленных недостоверных данных, связанных с весенним и осенним затенениями спутников на геостационарных орбитах, а также и с другими артефактами.

Следует отметить, что с 18 января наблюдалась повышенная генерация Х-лучей и необычайно высокий всплеск генерации протонов, который превысил 19.01 опасный порог SWPC в 3700 раз. 19-го января по данным WDC for Geomagnetism, Kyoto был подъем уровня Dst до +68нТл и 20-го января спад уровня Dst до -218нТл, что привело к перепаду уровня Dst до 286нТл. Такой скачок геомагнитного возмущения привел к мощной геомагнитной буре, коррелированной с экстремально сильной магнитной бурей класса G5, и десятой по величине за последние 25 лет. Перед этим слабее, с перепадом уровня Dst до 254нТл, была экстремально сильная магнитная буря в ноябре 2025 года. 10 октября 2026 года, как видно из данных к рис.3, было геомагнитное возмущение с перепадом уровня Dst до 124нТл.

Для широт Израиля, как было отмечено выше, уровень геомагнитных возмущений обычно ниже и, в данном случае не превысил класс G4. Также, можно отметить более высокую достоверность прогнозов на 4 дня максимальных значений геомагнитного возмущения индекса Kri.max для региона Израиля САА ФМО НИАН по сравнению с прогнозами на 3 дня планетарного индекса Кр (3-Day Geomagnetic Forecast) Space Weather Prediction Center (SWPC) of National Oceanic and Atmospheric Administration. Так, например, SWPC 4-го ноября 2025г. на 5.11 2025г. приводило прогноз для максимального значения Кр равного 1.67, а реально по данным SWPC оно составляло 6.00, что равно уровню умеренной магнитной бури. В прогнозах САА ФМО НИАН на 5.11 было приведено максимальное значение К равное 3.7, что значительно ближе к максимальному уровню геомагнитного возмущения Кр и, тем более, ближе для региона Израиля. И это не единичный пример. Так, в прогнозе на 11.02.2026г. было в течение 2-х дней указано значение Кр.max равное 1.67 и затем было заменено на 4.67, эквивалентное незначительной магнитной буре.

В прогнозах САА ФМО НИАН указывалось Kri.max, близкое к 3, что более соответствовало реальному для региона значению. Повышенная генерация протонов влияет, в частности, на работу космических аппаратов и это следует учитывать при их запуске, что не было сделано при запуске ракеты с экипажем космонавтов для облета Луны 1.04.2026г. в то время, когда начался рост генерации протонов, который 2.04 приблизился к опасному порогу SWPC и мог бы сорвать полет к Луне. Эту ситуацию можно рассматривать как ошибку прогнозистов НАСА.

При анализе и подготовки прогнозов следует учитывать, как отмечалось ранее, не только недостоверность данных, поступающих со спутников GOES, связанных с их попаданием в тень Земли, но и сбоями их измерительной аппаратуры. Так 3 июня 2026г. с основного спутника GOES-18 с разных средств измерений от 3 до 4 часов-20 мин не поступала важная информация по потокам излучаемых Солнцем Х-лучей, электронов и протонов, что можно увидеть в ссылочной информации на рис. 5.1 - 5.3. Из рис 5.4 видно, что данные с основного спутника GOES-18, во время мощного излучения потока Х-лучей 3.06, приведшие к сбою его аппаратуры, навряд ли могли быть использованы для предсказания мощной геомагнитной буре 5.06, как это видно на рис. 4 и рис.5.4. В ночь с 14 на 15 июня, 15.06 и 25.06 происходил сбой данных со спутника GOES-18, что можно заметить на рис.1, рис1.1 и более четко отмечено на рис. 5.2, рис. 5.3 и рисунках 5.4. Для таких ситуаций нами ранее предлагалось SWPC и NOAA проводить интерполяцию данных с других спутников и таким образом можно было бы избегать грубых ошибок, однако результат был только частичным.

Сбой данных со спутника GOES-18 на 4 часа по регистрации генерации потока электронов

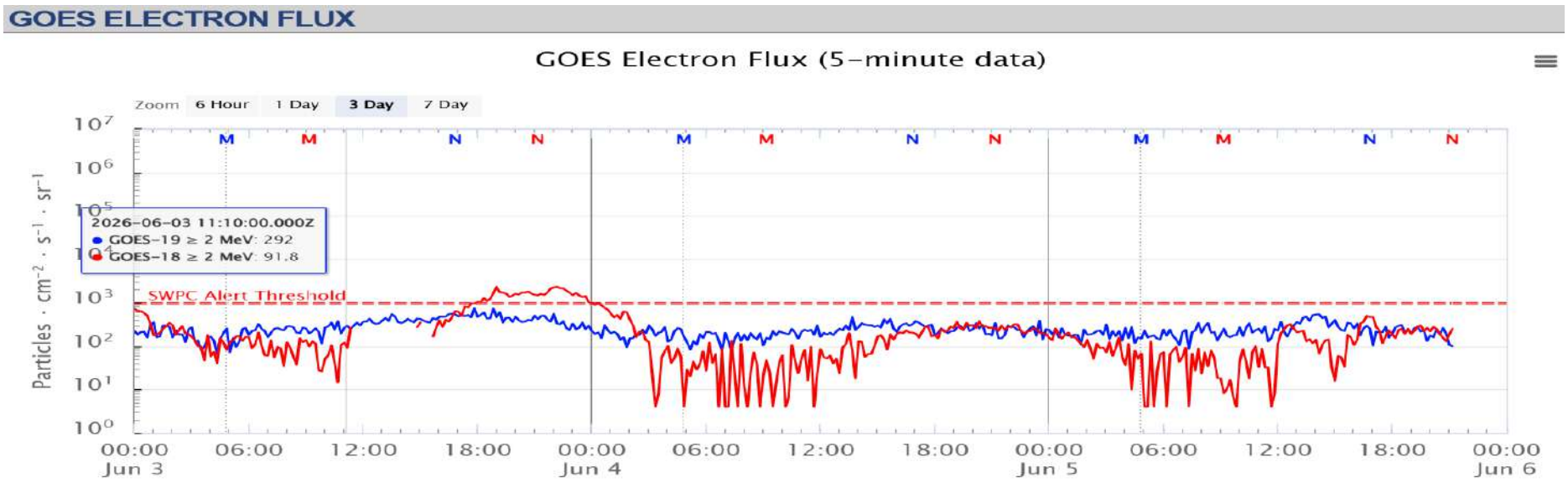


Рис.5.1

Сбой данных 3.06 со спутника GOES-18 на 4 часа 20 мин по регистрации генерации потока протонов

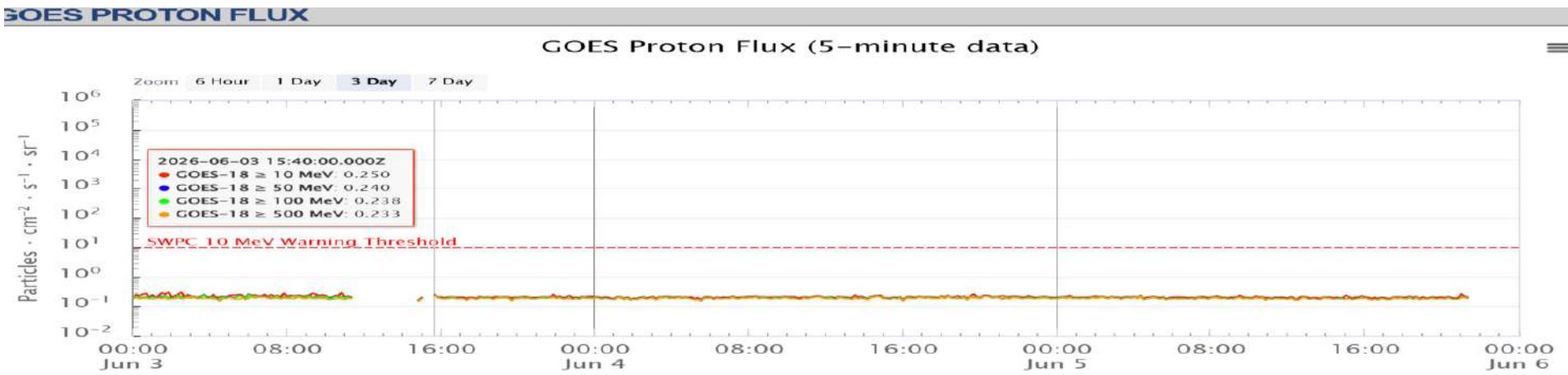


Рис.5.2.1

Сбой данных 25.06 со спутника GOES-18 на 1 час 10 мин по регистрации генерации потока протонов

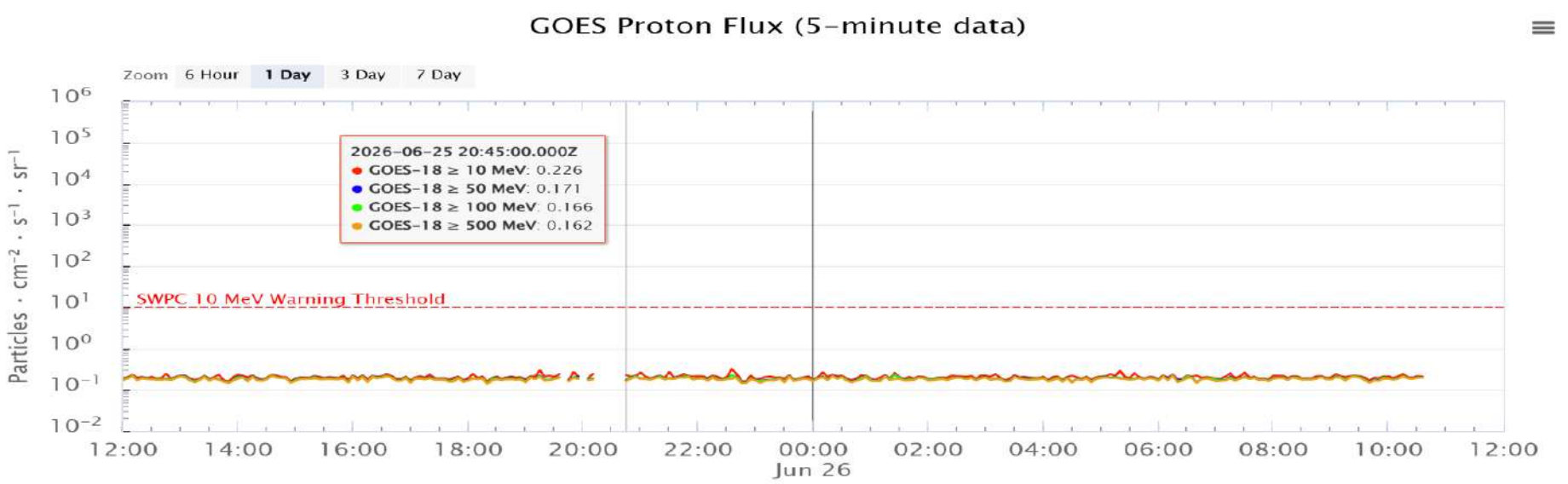


Рис.5.2.2

Сбой данных 21.07 со спутника GOES-18 на 30 мин и 22.07 на 20 мин по регистрации генерации потока протонов

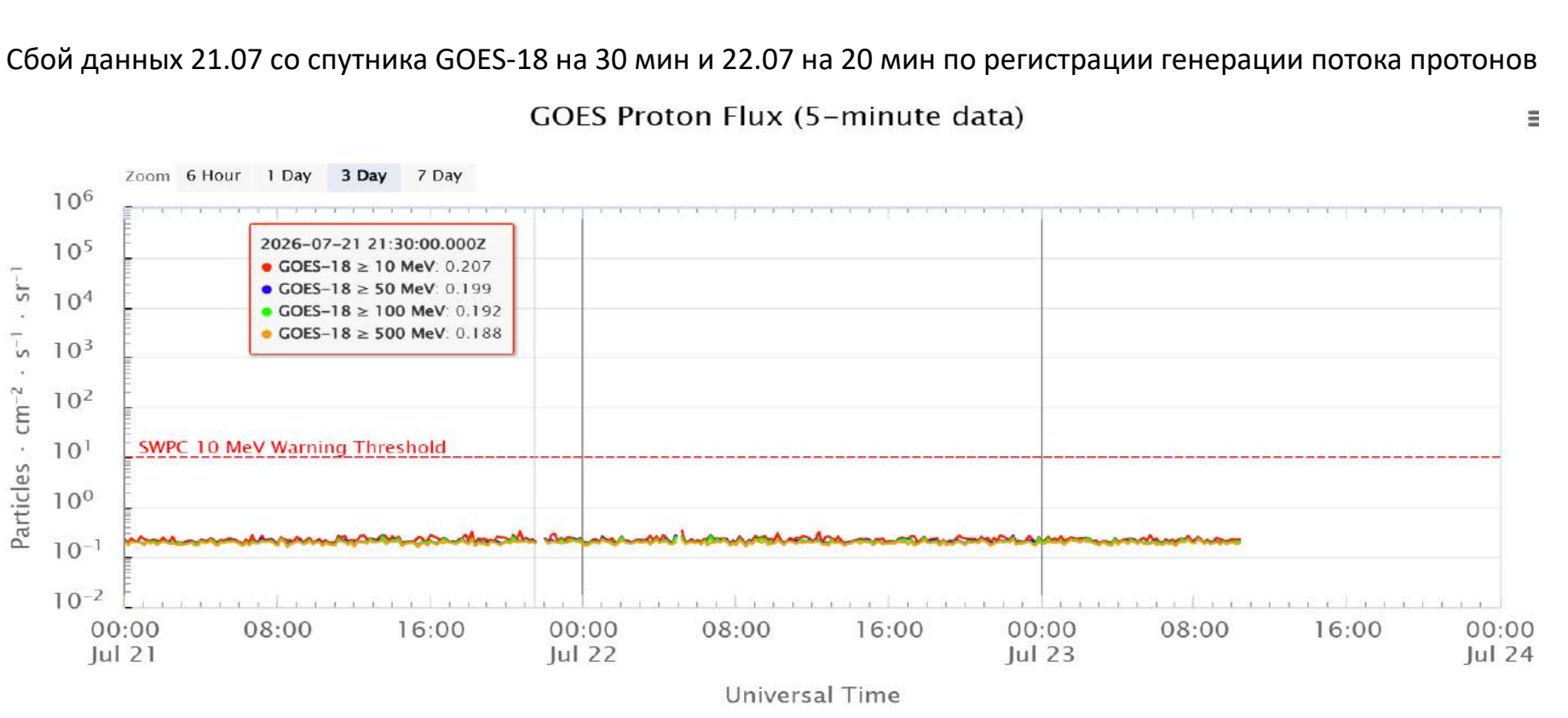


Рис.5.2.3

Сбой данных 5.09 со спутника GOES-18 на 1 час 55 мин по регистрации генерации потока протонов

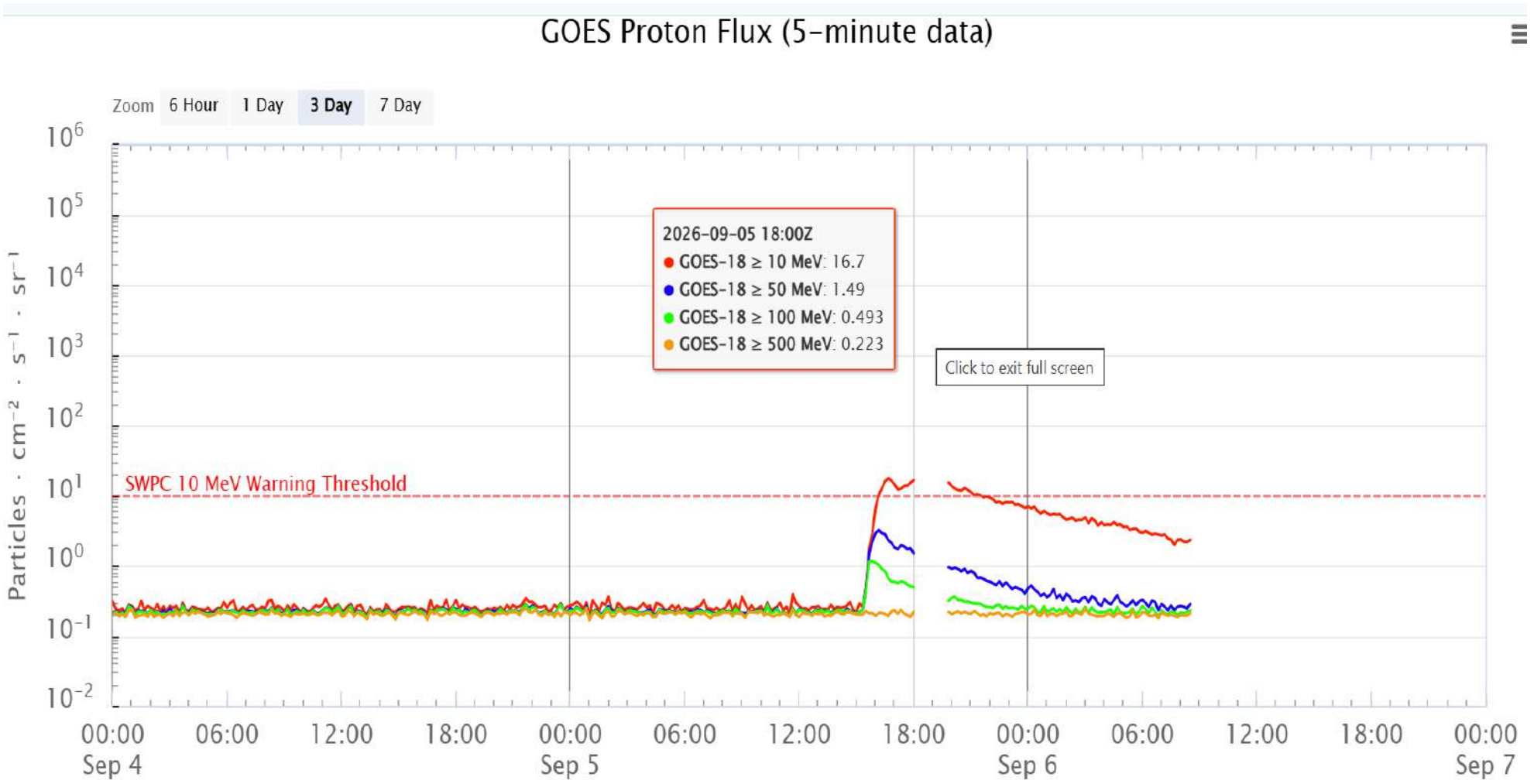


Рис.5.2.4

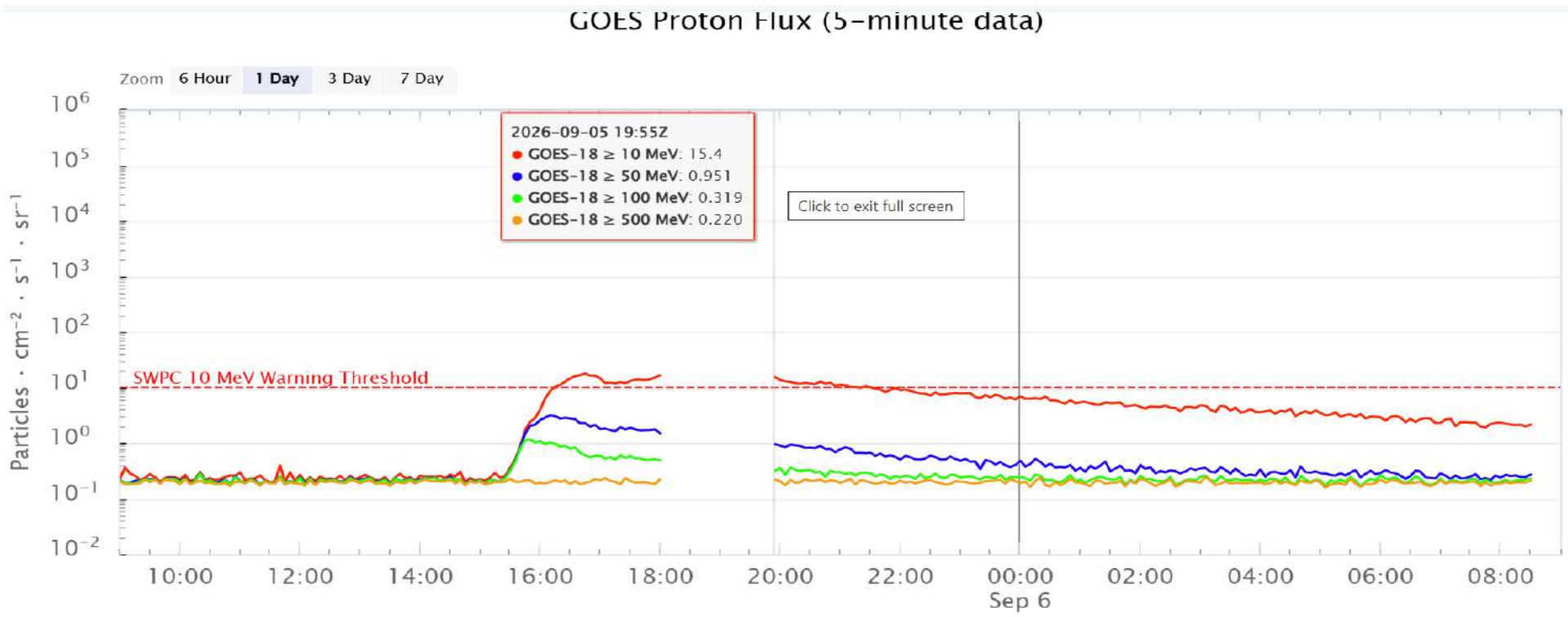


Рис.5.2.5

Сбой измерения генерации протонов в течении 6 часов 45 минут с 31.10 по 1.11.со спутника GOES-18

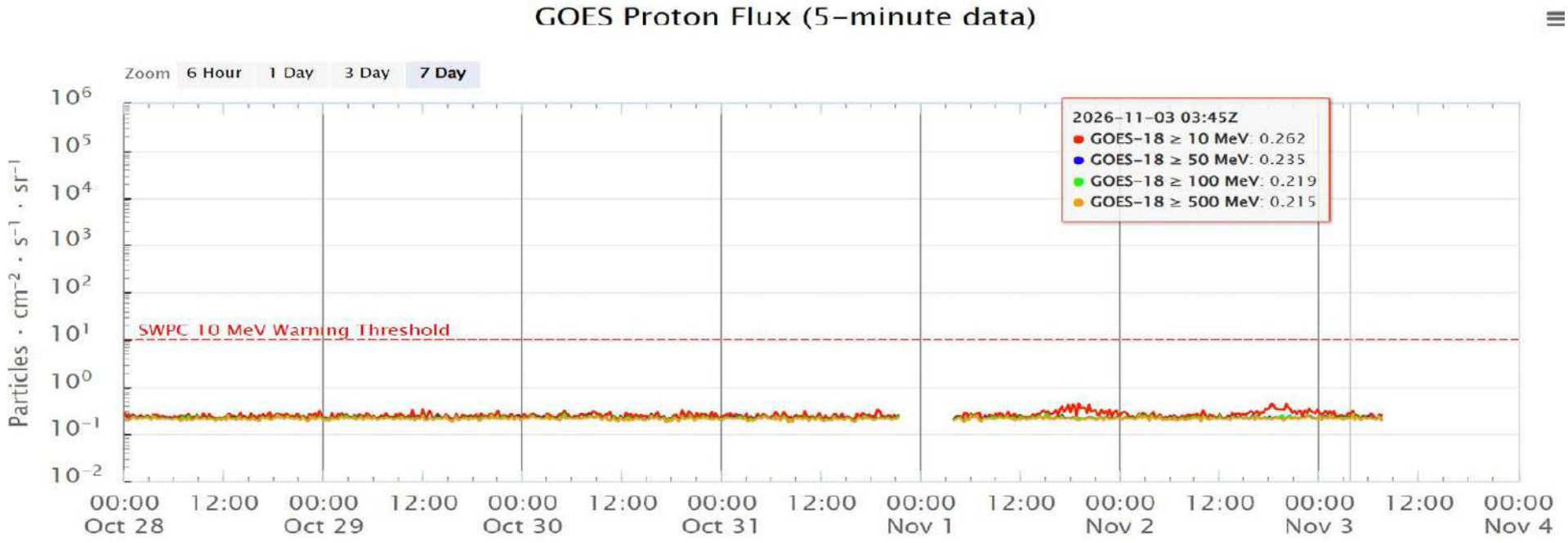


Рис.5.2.6

Сбой данных со спутника GOES-18 3.06 на 3 часа 10 мин и 15.06 на 30 мин по регистрации генерации потока Х-лучей.

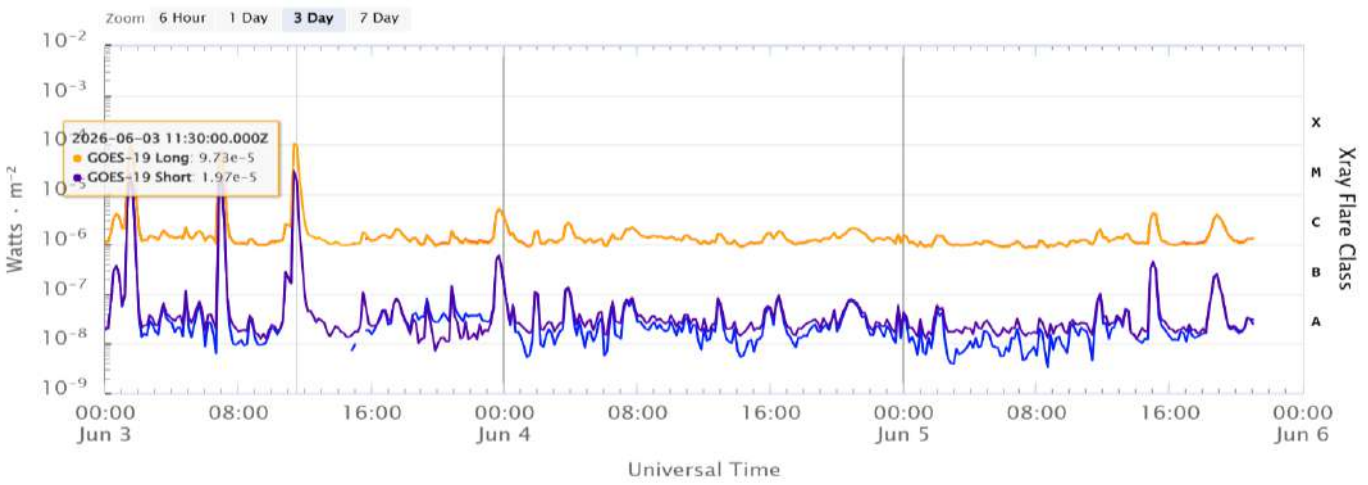


Рис.5.3.1

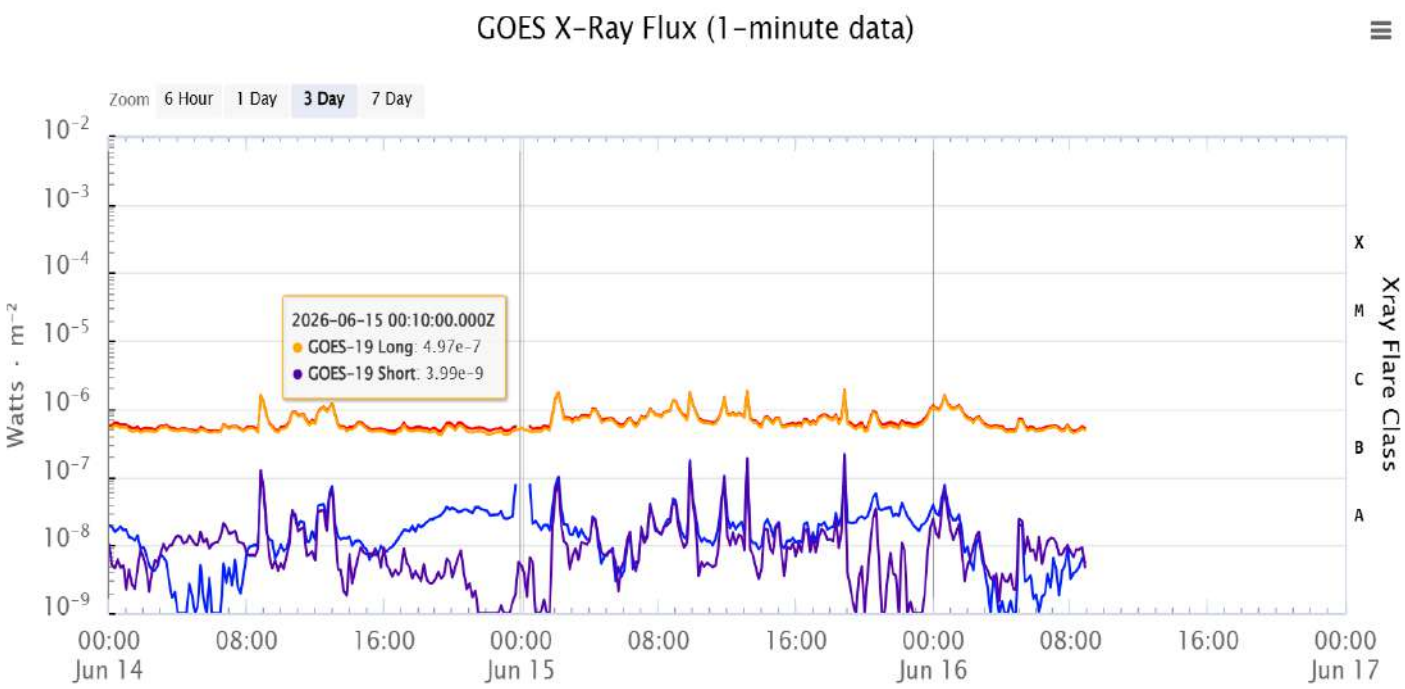


Рис.5.3.2

Сбои данных 3.06, 15.06, 25.06, 1.07, 21.07, 22.07, 2.09 и 3.09 с основного спутника GOES-18

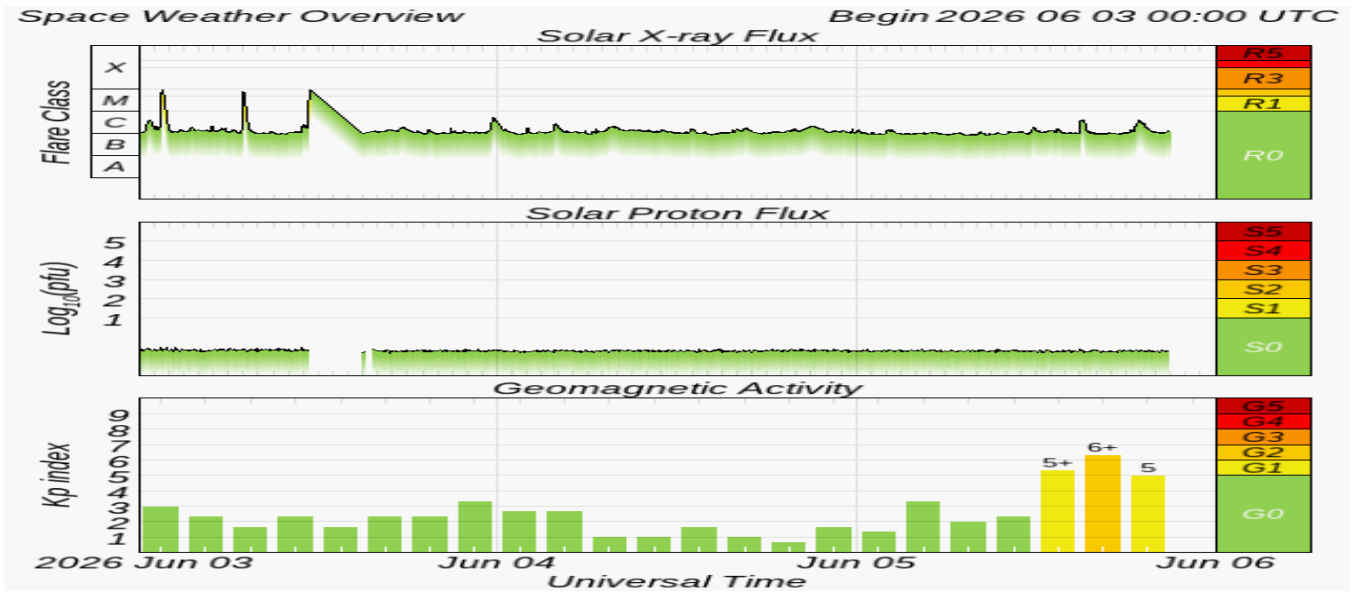


Рис.5.4.1

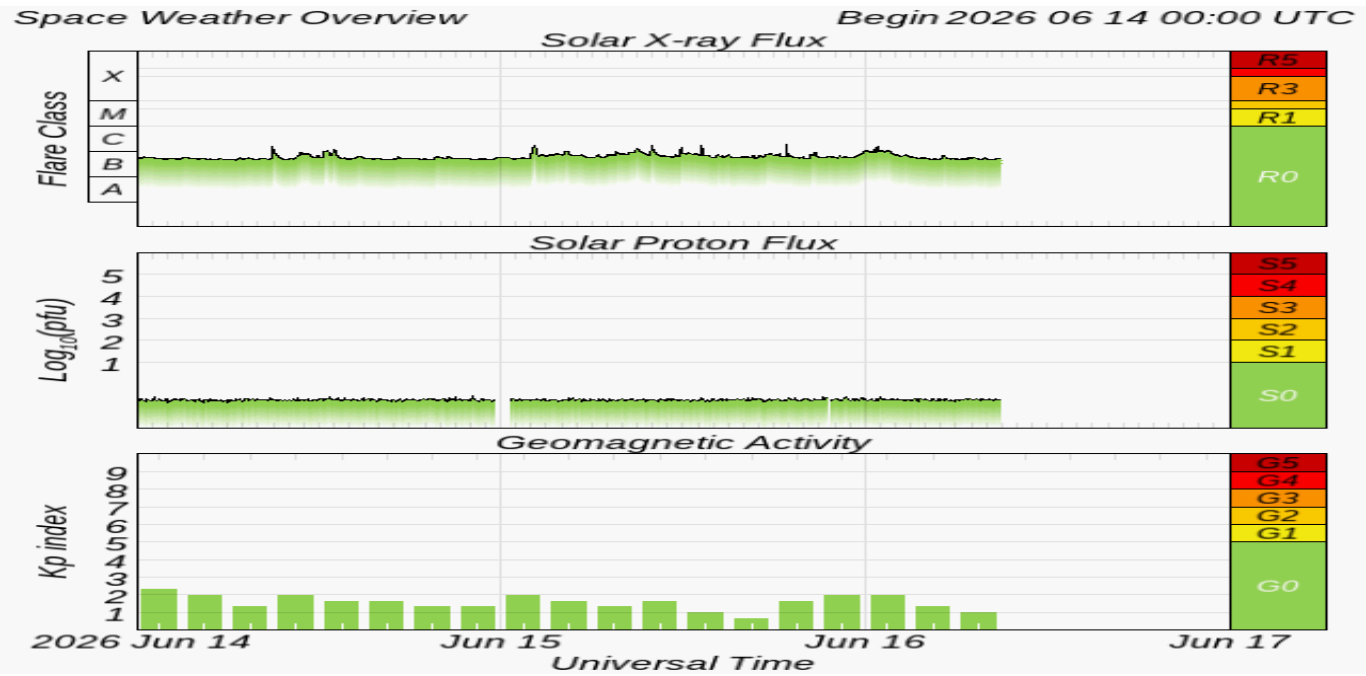


Рис.5.4.2

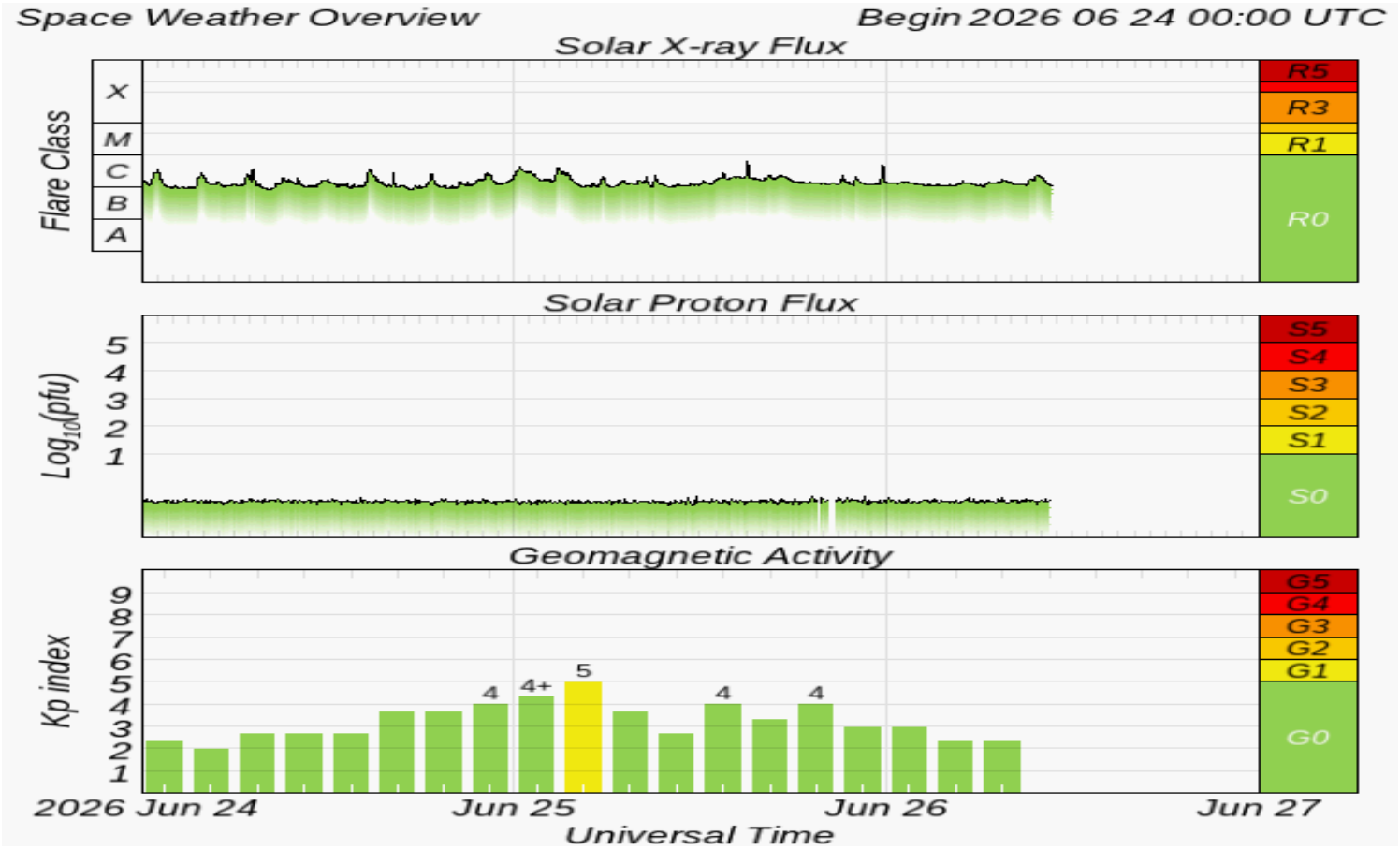


Рис.5.4.3

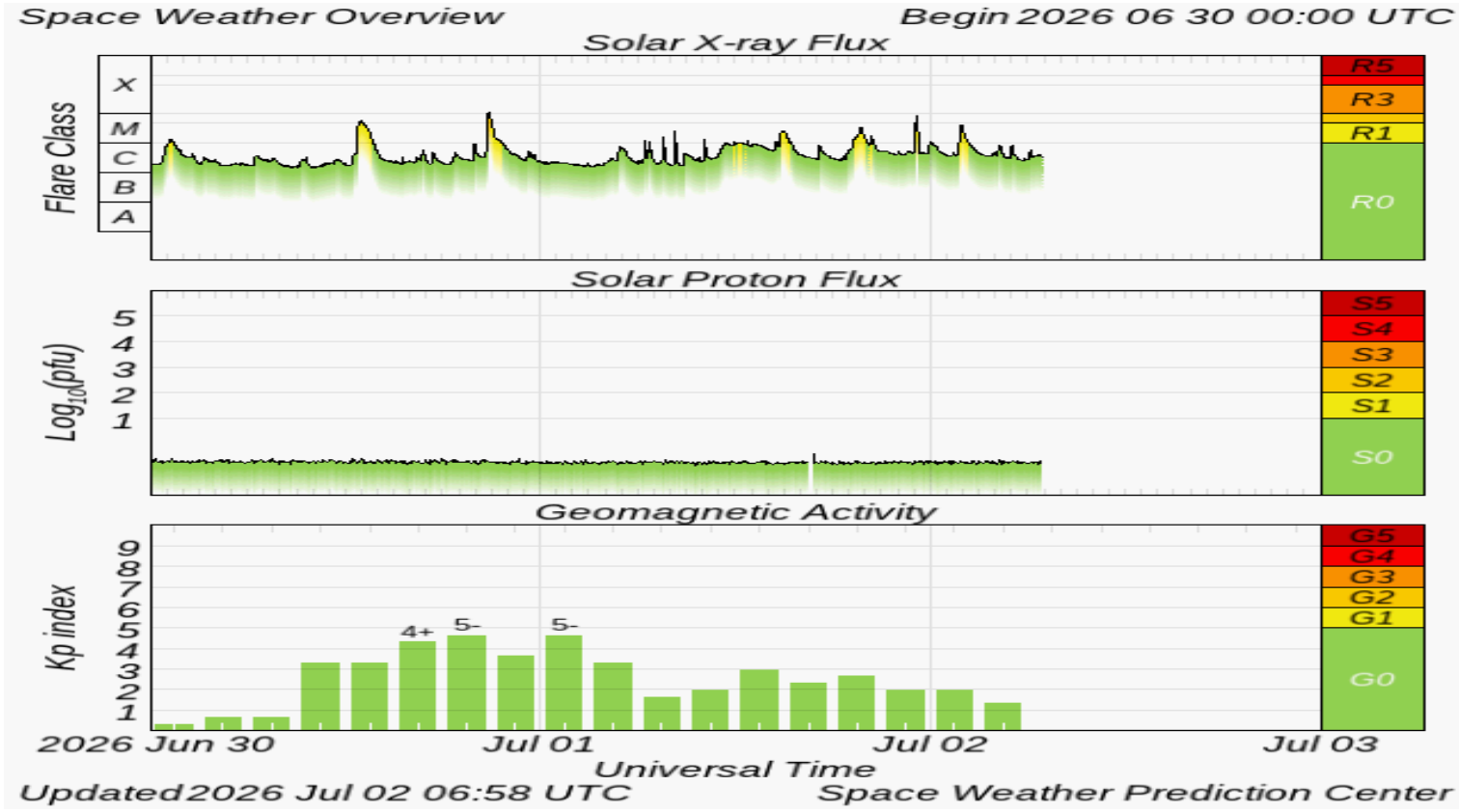


Рис.5.4.4

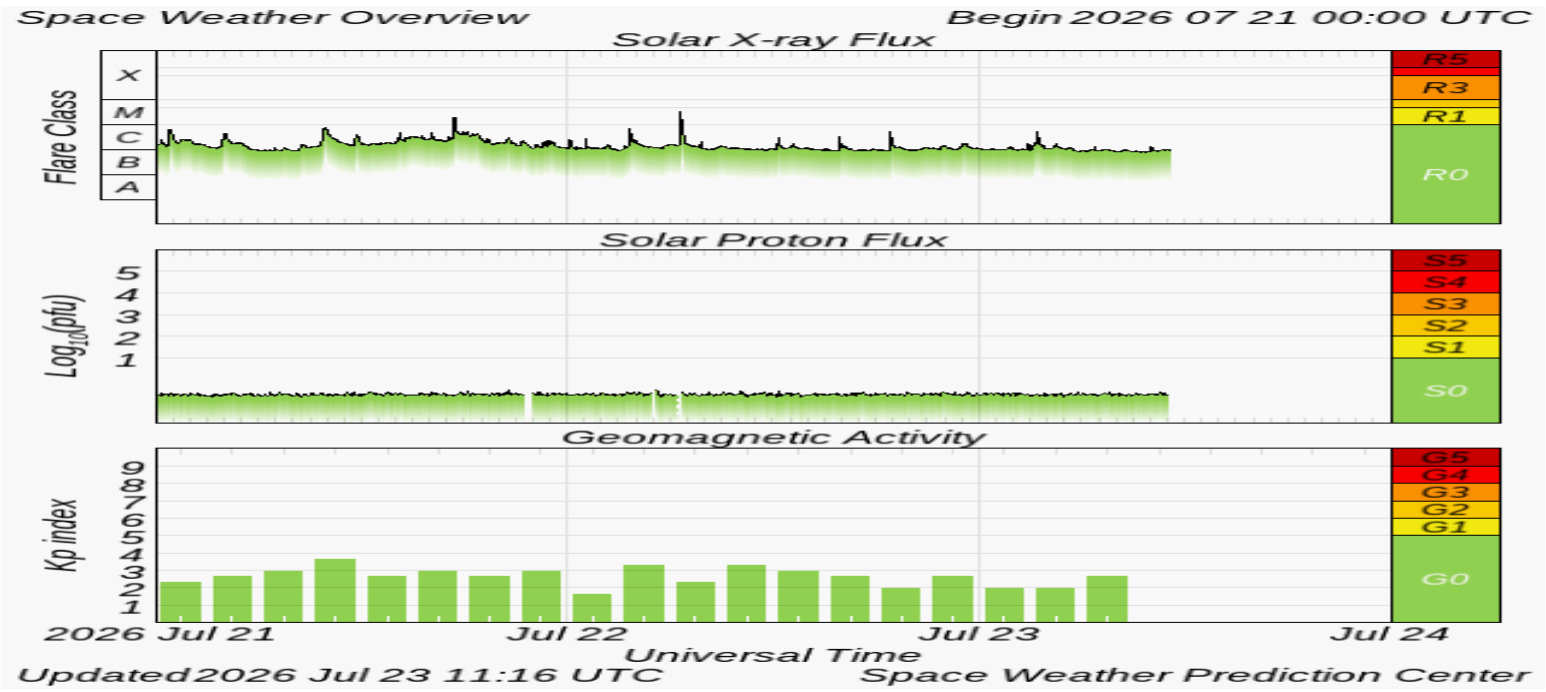


Рис.5.4.5

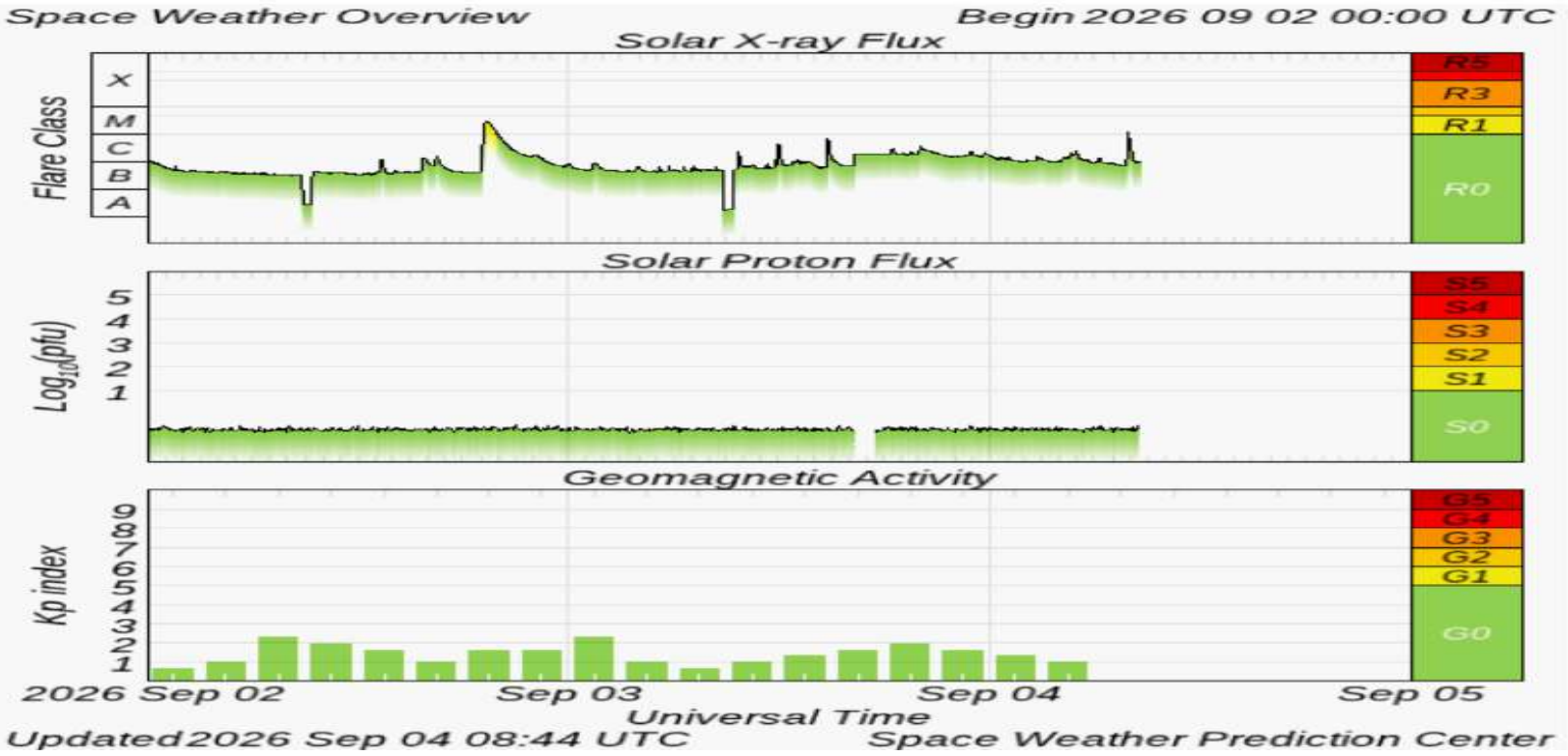


Рис.5.4.6

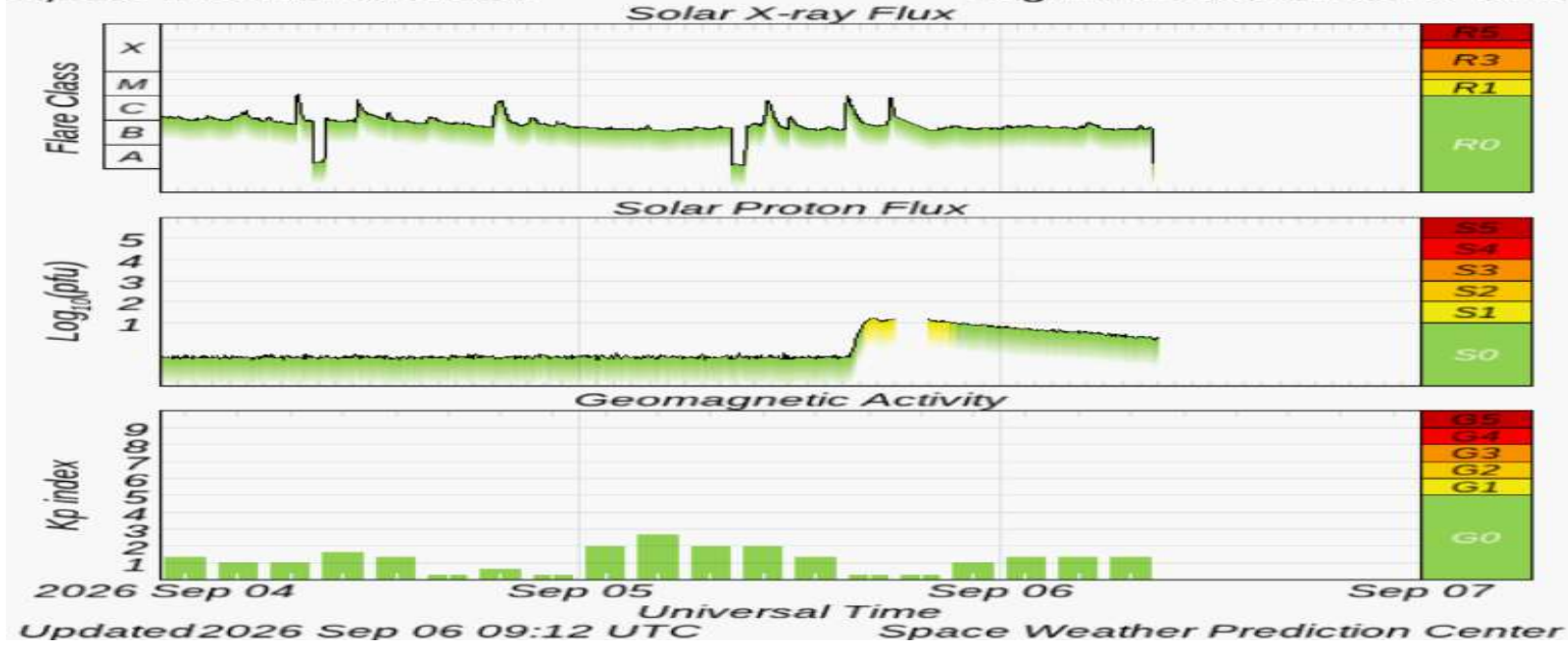


Рис.5.4.7

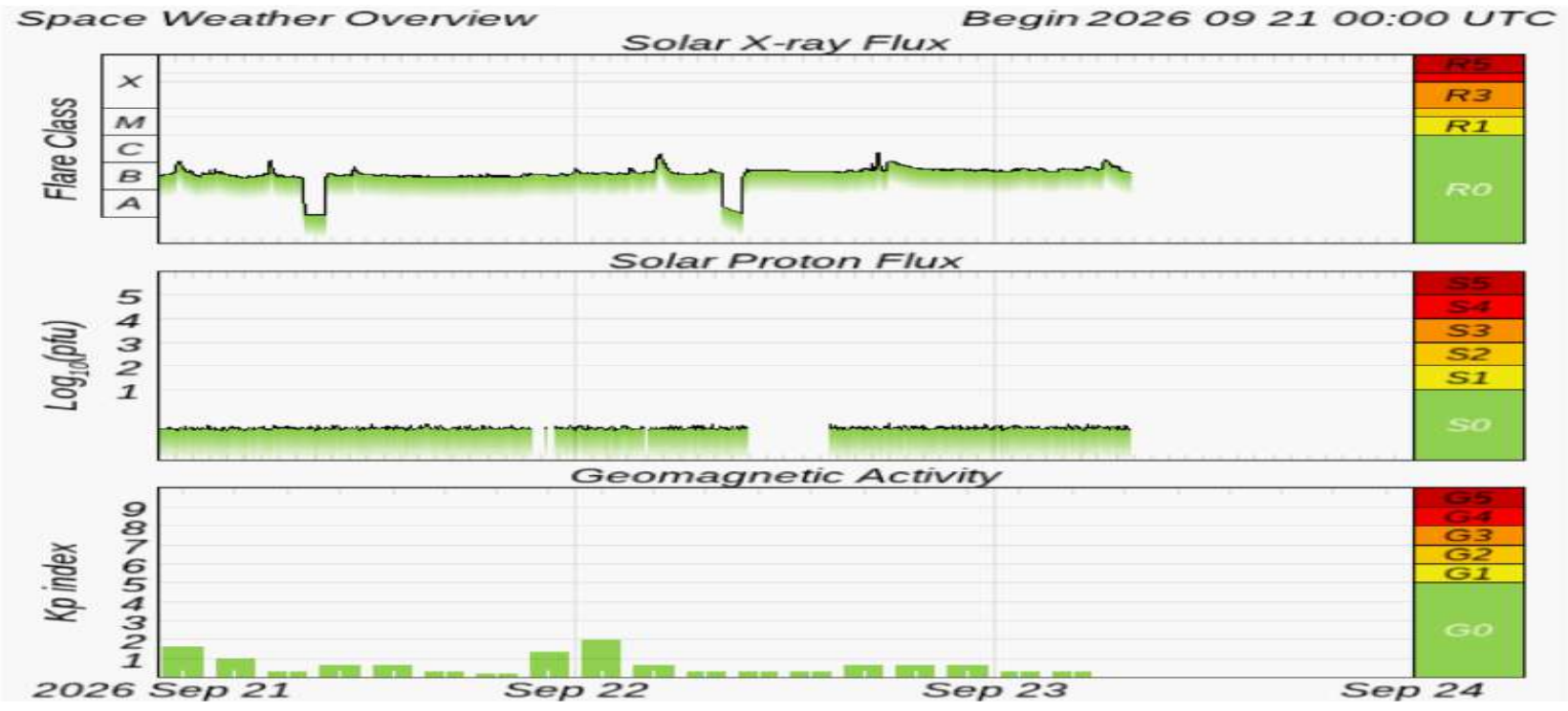


Рис.5.4.8

Исходя из изложенного, считаем целесообразным создание современной лаборатории геомагнитных измерений в существующей обсерватории Израиля, которая бы обеспечивала наш, достаточно большой, регион Западной Азии полезной информацией о геомагнитной активности и представляла индекс К на нашей широте и долготе в международные центры. Ученые и специалисты НИАН готовы помогать в этом на основе своих знаний и опыта в разработке измерительной аппаратуры, включая средств спектрального анализа и магнитометрии. Также следует налаживать более широкое международное сотрудничество, как по обмену и анализу данных, так и прогнозированию ситуации влияния СА на многопараметрическую экологическую обстановку на Земле и окружающего пространства.