

УДК 550.388.2

ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ВЫПУСК 33, 3 – 11, 2022

 Поступила в редакцию
 08.01.2022 г.

 Опубликована
 05.03.2022 г.

ДЕТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ СЛОЯ F2 ПЕРЕД МАГНИТНЫМИ БУРЯМИ. 6. РАЗДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ БУРИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ (СТ. JULIUSRUH)

А. Д. Данилов¹, А. В. Константинова¹

¹Институт прикладной геофизики им. акад. Е.К. Федорова, Москва, Россия

Выполнен детальный анализ зависимости количества событий (отклонений критической частоты foF2 в предбуревые дни от спокойных геомагнитных условий) от интенсивности предстоящей бури и солнечной активности. Для разделения эффектов зависимости от разных параметров зависимость от солнечной активности рассматривается для узких интервалов индекса *Dst*, характеризующего интенсивность бури, а зависимость от интенсивности бури – для узких интервалов индекса *F*10.7, характеризующего солнечную активность. При этом при наличии достаточного количества данных рассматриваются по-отдельности зависимости для зимних и равноденственных условий. Получено, что для подавляющего большинства ситуаций наблюдаются зависимости (уменьшение) количества событий и от *Dst* и от *F*10.7, полученные в предыдущих публикациях данной серии при рассмотрении всего массива бурь целиком.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГЕОМАГНИТНАЯ БУРЯ, ИОНОСФЕРНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ, ИОНОСФЕРНЫЙ СЛОЙ F2.

DOI 10.5425/2304-7380_2022_33_3

https://elibrary.ru/gaefmt

1. ВВЕДЕНИЕ

Во многих исследованиях отмечался тот факт, что в течение 2-3 дней перед магнитными бурями наблюдаются возмущения критической частоты слоя F2 ионосферы – отклонения от спокойных условий. Обзор указанных исследований и подробное обсуждение проблемы можно найти в работах авторов [Danilov and Konstantinova, 2019; Данилов и Константинова, 2019]. Авторами был выполнен детальный анализ поведения критической частоты foF2 в течение трех дней, предшествующих магнитной буре, по наблюдениям методом вертикального зондирования на станции Slough (Chilton) [Константинова и Данилов, 2020]. Аналогичный анализ по наблюдениям на станции Juliusruh был опубликован Константиновой и Даниловым [2021]. Было получено, что указанные отклонения демонстрируют хорошо выраженную и статистически значимую зависимость от пяти параметров: сезона, интенсивности магнитной бури, уровня солнечной активности, местного времени начала магнитной бури SO и времени между событием и моментом SO.

В первых пяти работах данной серии [Данилов и Константинова 2020a, б; 2021 a, б, в] были приведены результаты детального исследования каждой из указанных выше пяти зависимостей по данным обеих станции. Мы использовали один и тот же метод анализа: сравнивали поведение *foF2* в

Электронная почта авторов для переписки:

Данилов Алексей Дмитриевич, e-mail: <u>adanilov99@mail.ru</u> Константинова Анна Владимировна, e-mail: anna@tabulata.ru



Адрес редакции журнала «Гелиогеофизические исследования»:

ФГБУ «ИПГ» 129128; Россия, Москва ул. Ростокинская, 9. e-mail: vestnik@ipg.geospace.ru течение трех предбуревых дней с двумя версиями спокойных условий: по фоновой модели, используемой в прогностической программе SIMP [Михайлов и Лещинская, 2016] (опция m), и по выбранному спокойному дню (опция q). Мы накладывали определенные ограничения на анализируемые предбуревые дни и на спокойный день. За деталями мы отсылаем читателей к указанной публикации [Константинова и Данилов, 2020].

В данной работе мы предприняли попытку разделения наиболее сильных зависимостей количества предвестников – от солнечной активности и интенсивности магнитной бури. Кроме того, рассматривается проявление сезонного эффекта.

2. ЗАВИСИМОСТЬ ОТ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В указанных выше работах авторов зависимости от интенсивности бури (Dst min) и солнечной активности (индекс F10.7) строились для всех имеющихся данных. Это означает, что в зависимости, скажем, N(tot) от F10.7 точка на F10.7 = 85 является усреднением N(tot) по всем бурям, которые попали в интервал F10.7 = 80-89. Но в этот интервал попали бури из разных сезонов, с разными величинами Dst и разными значениями ΔT и LT SO. Понятно, что желательно попытаться найти зависимость от F10.7, «очищенную» от других зависимостей. По очевидным причинам исключить влияние ΔT и LT SO трудно. Но можно попытаться «очистить» зависимость от F10.7 от влияния зависимостей от сезона и Dst.

Такая работа была проделана для обеих станций. В данной статье приводится анализ для ст. Juliusruh. Рассматривалась зависимость N(q), N(m) и N(tot) от F10.7 для интервалов Dstmin = -(30-49) нТл, -(50-69) нТл, -(70-89) нТл, -(90-109) нТл, -(110-129) нТл, и < -130 нТл. Результаты приведены в таблице 1.

В этой таблице для каждого из указанных интервалов *Dst* приведены: интервал F10.7, в котором наблюдается зависимость от F10.7, количество точек в этом интервале *P* и величина коэффициента определенности по F-тесту Фишера R^2 , которая позволяет определить статистическую значимость *S* полученной зависимости. При этом рассматриваются данные за все сезоны и данные отдельно только для зимних месяцев и только для месяцев равноденствия (см. ниже). В данных за все сезоны указывается зависимость для всех имеющихся значений F10.7 (если она имеется) и (если имеется) лучше выраженная зависимость для какого-то интервала F10.7. Более подробный анализ таблицы 1 приводится ниже.

Прежде всего необходимо отметить, что во многих случаях при анализе всех сезонов наблюдается хорошо выраженная зависимость рассматриваемых величин N от F10.7 для всех имеющихся точек. Примеры таких зависимостей приведены на рис. 1.

На рисунке 1 обращает на себя внимание тот факт, что разброс точек существенно больше, чем на графиках соответствующих зависимостей в работе Данилова и Константиновой (2021б). Это вполне понятно. В указанной работе каждая точка на рисунке представляла собой усредненное значение многих (2-3 десятка) точек в соответствующем интервале F10.7 шириной в 10 единиц. На рисунке 1 точки приведены для каждой бури без усреднения. Поскольку каждой буре соответствуют свои значения ΔT , LT SO и *Dst* внутри рассматриваемого интервала *Dst*, разброс точек неизбежен. Важно, что рис. 1 дает ту же зависимость N(q) и N(tot), что была получена в работе Данилова и Константиновой (20216), т. е. падение величин N с ростом *F*10.7.

При имеющемся количестве точек и величинах R^2 зависимости на рис. 1 обладают высокой статистической значимостью больше 0.99. По причинам, описанным выше, в других случаях разброс точек сильнее и соответствующие величины R^2 существенно меньше. Но даже для самых маленьких величин $R^2 = 0.08, 0.10, и 0.11$ (для всех сезонов и всех точек, см. таблицу 1) величина S за счет большого количества точек составляет около 0.99.

Как видно в таблице 1, при рассмотрении всех сезонов выраженная зависимость для всех точек получается не всегда. Это связано с тем, что в какой-то интервал F10.7 попадают точки (бури), которые сильно отклоняются от общей зависимости. Причины таких отклонений указывались выше, но не исключено также и попадание в предбуревые дни отклонений *foF2*, не связанных с предстоящей бурей (возможно, так называемые Q-возмущения, см. работу Данилова [2022]).

Δ

© Институт прикладной геофизики имени академика Е. К. Федорова

	Bce ce	зоны			Зима			Равноденствие			
<i>Dst</i> = -(30-49) нТл											
	F10.7	Р	R^2	F10.7	Р	R^2	F10.7	Р	R^2	<i>F</i> 10.7 P R^2	
N(q)	60-120	44	0.19	120-210	27	0.22	60-210	33	0.30		
N(m)	60-210	74	0.11	60-120	44	0.28	60-210	33	0.39		
N(tot)	60-210	74	0.08	120-210	27	0.23	60-210	33	0.40		
Dst = -(50-69) нТл											
N(q)	60-210	74	0.21	120-210	29	0.45	60-210	19	0.47	60-210 41 0.64	
N(m)				60-160	59	0.06	60-210	19	0.50	60-150 41 0.16	
N(tot)	60-210	74	0.10				60-210	19	0.69	60-210 41 0.37	
Dst = -(70-89) нТл											
N(q)				120-210	21	0.63	140-210	5	0.91	120-210 8 0.82	
N(m)				160-210	14	0.76	60-210	11	0.32	160-210 6 0.96	
N(tot)				160-210	14	0.84	60-210	10	0.51	120-160 8 0.57	
<i>Dst</i> = -(90-109) нТл											
N(q)	60-200	26	0.56								
N(m)	60-200	26	0.27								
N(tot)	60-200	26	0.58								
-					ļ	Dst = -	(110-129)	нТл			
N(q)	60-210	20	0.59								
N(m)											
N(tot)	60-210	20	0.41								
Dst <-130 нТл											
N(q)	60-210	25	5 0.48								
N(m)	60-210	25	5 0.13								
N(tot)	60-210	25	5 0.61								

Таблица 1. Зависимость N(q), N(m) и N(tot) от F10.7 для ст. Juliusruh

Даже когда выраженной зависимости соответствующей величины N от F10.7 не удается получить для всех точек, часто эта зависимость существует и статистически значима для ограниченного интервала F10.7. Наиболее яркий пример – интервал Dst = -(70-89) нТл. Для всех точек F10.7 = 60-210 значимой зависимости получить не удается (очевидно, из-за того, что в область малых величин F10.7 попали «плохие» бури). Однако, для F10.7 > 120 (для N(q)) и F10.7 > 160 (для N(m) и N(tot)) зависимость с высокой статистической значимостью (S > 0.99) хорошо выражена.

Поскольку существует зависимость величин N от сезона, подробно рассмотренная Даниловым и Константиновой [2020а], мы постарались, насколько это возможно, избавиться от этой зависимости. С этой целью мы рассмотрели зависимости только для зимних месяцев (декабрь, январь, февраль) и для месяцев равноденствия (март, апрель, май, сентябрь, октябрь, ноябрь). Естественно, количество точек в рассматриваемом интервале *Dst* при этом уменьшалось. Для половины рассмотренных интервалов *Dst* количество точек оказывалось слишком мало для анализа зависимостей для отдельных сезонов, но для интервалов *Dst* = -(30-49) нТл, -(50-69) нТл и -(70-89) нТл такую зависимость получить удалось. Приведенные в таблице 1 результаты показывают, что при рассмотрении отдельного сезона (зимы, или равноденствия) зависимость от *F*10.7 становится лучше выраженной, чем при рассмотрении всех сезонов.



Рис. 1. Примеры зависимости N(q) и N(tot) от F10.7 для разных интервалов Dst



Рис. 2. Изменение характера зависимости от *F*10.7 при переходе ото всех точек в заданном интервале *Dst* (а) к только зимним точкам (б).

Пример указанного эффекта в интервале $\Delta Dst = -(50-69)$ нТл приведен на рис. 2. Видно, что при использовании всех точек (рис. 2а) наблюдается заметный разброс точек и величина R^2 невелика. Однако, за счет большого числа точек (74) обеспечивается высокое значение статистической значимости *S*. Количество бурь для зимних месяцев значительно меньше (19), но зависимость выражена гораздо лучше и величина $R^2 = 0.69$, что обеспечивает высокую статистическую значимость (S > 0.99).

Аналогичный пример для перехода от всех точек к точкам только для равноденственных месяцев приведен на рис. 3. Здесь также при анализе всех точек в интервале Dst = -(50-69) нТл (рис. 3а) наблюдается разброс точек и коэффициент R^2 невелик, а высокая статистическая значимость обеспечивается за счет большого количества точек. При анализе только равноденственных месяцев (рис. 36) количество точек существенно меньше, но зависимость хорошо выражена и величина R^2 значительно выше (0.64), что обеспечивает высокую величину S > 99%.

[©] Институт прикладной геофизики имени академика Е. К. Федорова



Рис. 3. Изменения характера зависимости N(q) от F10.7 при переходе ото всех точек в заданном интервале *Dst* (а) к только равноденственным точкам (б).

Как видно из таблицы 1, для сильных бурь (Dst < -90 нТл) количество точек в каждом интервале Dst меньше, чем для слабых и умеренных бурь (-30 > Dst > -90 нТл). Это вполне понятно – более сильные бури бывают реже, чем слабые и умеренные. Однако, обращает на себя внимание тот факт, что при использовании всех точек интервала Dst зависимость от F10.7 для сильных бурь выражена лучше (величины R^2 больше), чем для слабых и умеренных бурь.

Подводя итоги данного параграфа, можно отметить, что анализ зависимости количества событий (предвестников) от солнечной активности показывает, что эта зависимость (уменьшение N с ростом F10.7) в целом хорошо выражена и статистически значима при анализе данных в узком интервале величин *Dst* (чтобы по возможности исключить зависимость от интенсивности бури). Это подтверждает вывод об уменьшении N с ростом F10.7, полученный в предыдущих работах на основании анализа всего массива бурь.

Получено также подтверждение существования сезонного хода, проанализированного для всего массива бурь в работе Данилова и Константиновой [2020а]. При анализе бурь в данном интервале *Dst*, относящихся к одному конкретному сезону, зависимость от F10.7 становится лучше выраженной (см. рис. 2 и 3).

3. ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ БУРИ

Зависимость параметров предбуревых отклонений *foF2* от интенсивности предстоящей магнитной бури представляет первостепенный интерес, поскольку она является одним из трех основных аргументов в пользу того, что эти отклонения являются предвестниками этой бури (см. Данилов [2022]).

Препарирование, аналогичное описанному выше для зависимости от солнечной активности, было проведено и для зависимости от интенсивности предстоящей магнитной бури (минимальное значение *Dst* индекса). Общая сводка результатов приведена в таблице 2.

Таблица 2 построена так же, как таблица 1. Рассматриваются следующие интервалы F10.7: 65-79, 80-99, 100-119, 120-139, 140-159, 160-179 и 180-207. Первые три столбца слева дают количество точек и величины коэффициента определенности R^2 для зависимости по всем точкам в данном интервале F10.7 при анализе данных за все сезоны. Если при этом есть лучше выраженная зависимость для ограниченного интервала F10.7, ее характеристики даются в следующих трех столбцах. Для тех интервалов F10.7, для которых точек достаточно, чтобы отдельно рассмотреть зависимости для зимы и равноденствия, результаты приводятся в правой части таблицы.

	Все сезоны						Зима			Равноденствие			
	Dst, нТл	Р	R^2	Dst, нТл	Р	R^2	Dst, нТл	Р	R^2	Dst, нТл	Р	R^2	
F10.7 =65-79													
N(q)	-(30-115)	61	0.16	-(30-85)	51	0.46	-(30-90)	16	0.11				
N(m)				-(30-85)	52	0.41	-(30-90)	17	0.28				
N(tot)				-(30-90)	52	0.50	-(30-85)	16	0.47				
F10.7 =80-99													
N(q)	-(30-100)	48	0.12				-(60-120)	6	0.95	-(30-85)	23	0.12	
N(m)	-(30-100)	48	0.13				-(60-120)	14	0.11	-(30-85)	23	0.28	
N(tot)	-(30-100)	48	0.06				-(60-120)	6	0.83	-(30-85)	23	0.35	
F10.7 =100-119													
N(q)	-(30-150)	34	0.11	-(75-140)	16	0.58	-(30-140)	15	0.49	-(30-150)	12	0.41	
N(m)	-(30-140)	33	0.09	-(30-70)	17	0.52	-(30-140)	16	0.41	-(30-160)	12	0.45	
N(tot)	-(30-170)	37	0.10				-(30-130)	15	0.60	-(30-160)	12	0.49	
F10.7 =120-139													
N(q)	-(30-160)	26	0.61	-(30-90)	19	0.60							
N(m)	-(30-130)	24	0.12	-(30-90)	19	0.26							
N(tot)	-(30-160)	26	0.47	-(30-90)	19	0.56							
F10.7 =140-159													
N(q)	-(30-240)	18	0.23										
N(m)													
N(tot)	-(30-240)	18	0.08										
F10.7 =160-179													
N(q)	-(30-130)	24	0.38										
N(m)	-(30-130)	26	0.12	-(50-130)	16	0.81							
N(tot)	-(30-130)	24	0.41	-(50-130)) 16	0.76							
F10.7 =180-207													
N(q)	-(30-140)	35	0.24										
N(m)	-(30-150)	36	0.17	-(50-150)	23	0.29							
N(tot)	-(30-150)	35	0.32	-(30-80)	22	0.38							

Таблица 2. Зависимость N(q), N(m) и N(tot) от Dst для ст. Juliusruh

Таблица 2 показывает, что для интервала F10.7 = 65-79 при рассмотрении совместно данных за все сезоны значимую зависимость от *Dst* удается получить только для N(q). Видимо, в интервал *Dst* = -(85-115) нТл попадают «ошибочные» m-точки, которые нарушают зависимость для N(m) и, следовательно, для N(tot) при использовании всех точек в данном интервале F10.7. Однако при анализе интервала Dst = -(30-85) нТл зависимости получаются с достаточно высокими величинами $R^2 = 0.40$ -0.50. При переходе к анализу только зимних точек в этом интервале F10.7, и для N(m) и для N(tot) получаются зависимости с величинами R^2 , обеспечивающими высокую статистическую значимость S = 95-99%.

Для интервалов F10.7 = 80-99 и 100-119 ситуация очень наглядна. При анализе всех точек в данных интервалах разброс точек достаточно сильный, и величины R^2 невелики. Но и они обеспечивают статистически значимую зависимость всех трех величин N от *Dst* (*S*~95%). При переходе же к только зимним, или только равноденственным данным, величина R^2 заметно возрастает, и величина *S* приближается к 99%. Пример зависимости N(tot) для интервала F10.7 = 100-119 при анализе всех точек и только точек для зимы приведен на рис. 4.

© Институт прикладной геофизики имени академика Е. К. Федорова



Рис. 4. Зависимость N(tot) от *Dst* для всех сезонов (а) и только для зимних точек (б)



Рис. 5. Зависимость N(q) для F10.7=120-139 (а) и N(tot) для F10.7 = 180-207 (б) от Dst

Для интервалов F10.7 =120-139, 140-159, 160-179 и 180-207 точек недостаточно, чтобы строить зависимости отдельно по сезонам. Но для всех точек каждого интервала уменьшение величин N при увеличении отрицательной амплитуды *Dst* получается со статистической значимостью от 90% (N(m) для F10.7 =120-139) до 99% (N(q) для F10.7 =120-139 и N(tot) для F10.7 =180-207). Соответствующие графики представлены на рис. 5.

Таким образом, резюмируя результаты этого параграфа, можно утверждать следующее. Анализ зависимости величин N от интенсивности предстоящей магнитной бури для узких фиксированных интервалов F10.7 подтверждает уменьшение N(q), N(m) и N(tot) с увеличением абсолютной величины отрицательного *Dst*, как это и было получено в предыдущих публикациях (Константинова и Данилов 2021; Данилов и Константинова 2021а).

В тех случаях, где в выбранном интервале F10.7 имеется достаточно точек, чтобы рассмотреть отдельно зависимость в различные сезоны, зависимость N от *Dst* становится лучше выраженной и более значимой статистически (см. Рис. 4). Это подтверждает существование сезонной зависимости количества предвестников, подробно проанализированной в работе Данилова и Константиновой [2020а].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель данной работы проста – попытаться разделить эффекты зависимости количества отклонений *foF2* (предположительно предвестников) от трех параметров: солнечной активности, интенсивности предстоящей бури и сезона. Для этого анализ зависимости от одного параметра (например, солнечной активности в параграфе 2) проводился для узких интервалов другого параметра (в данном случае *Dst* индекса, характеризующего интенсивность бури). При этом, когда имелось достаточное количество данных в выбранном интервале *F*10.7 или *Dst*, проводилось разделение анализируемых бурь по сезонам.

Результаты работы показывают, что попытка оказалась успешной. Как следует из таблиц 1 и 2, в подавляющем большинстве случаев наблюдаются зависимости (падение) величин N от F10.7 и Dst, которые были получены ранее при анализе совокупности всего массива данных без указанного разделения (см. предыдущие работы данной серии). Подтверждается и эффект сезонной зависимости – при рассмотрении бурь одного сезона (зимы, или равноденствия) зависимость становится лучше выраженной и более значимой статистически.

Следует подчеркнуть еще раз важный момент. В указанной серии работ [Данилов и Константинова 2020a, б; 2021a, б, в] каждая точка на рисунке представляла собой усреднение данных в некотором интервале. Например, при построении зависимости N от F10.7 каждая точка на рисунке представляла собой усреднение по всем бурям в интервале *Dst* шириной в 10 нТл. При этом усреднялась зависимость N от других параметров, например, сезона местного времени начала бури LT SO и времени ΔT от события (предвестника) до SO. Именно поэтому большинство зависимостей в предыдущих работах серии имеет более «гладкий» характер. На всех рисунках, представленных в данной работе, такого усреднения не происходит, поскольку каждая точка соответствует одной конкретной буре. Естественно поэтому, что разброс точек становится более сильным именно за счет влияния других параметров. Исключить влияние ΔT и LT SO невозможно. Но удалось, в тех случаях, когда имелось достаточное количество точек в данном интервале *Dst* или F10.7, показать, что выбор точек для фиксированного сезона дает более выраженную зависимость с более высокой статистической значимостью (см. рис. 2, 3 и 4).

В заключение можно высказать предположение, что получаемые аналитические аппроксимации зависимостей N от *Dst* и F10.7 могут помочь в дальнейшем при попытках построить алгоритмы прогнозирования предстоящей бури на основании наблюдаемых отклонений *foF2* (предвестников) в предбуревые дни.

ЛИТЕРАТУРА

- *Данилов А. Д.* Обсуждение проблемы ионосферных предвестников магнитных бурь // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 62. № 1. С. 97 105. 2022.
- Данилов А. Д., Константинова А. В. Ионосферные предвестники геомагнитных бурь. 1. Обзор проблемы // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 59. № 5. С. 594–606. 2019.
- Данилов А. Д., Константинова А. В. Детальный анализ поведения критической частоты слоя F2 перед магнитными бурями. 1. Сезонные вариации // Гелиогеофизические исследования. Вып. 28. С. 13–12. 2020а.
- Данилов А. Д., Константинова А. В. Детальный анализ поведения критической частоты слоя F2 перед магнитными бурями.2. Зависимость от времени до начала бури // Гелиогеофизические исследования. Вып. 28. С. 13–21. 2020б.
- Данилов А. Д., Константинова А. В. Детальный анализ поведения критической частоты слоя F2 перед магнитными бурями. 3. Зависимость от интенсивности бури // Гелиогеофизические исследования. Вып. 29. С. 24-29. 2021а.
- Данилов А. Д., Константинова А. В. Детальный анализ поведения критической частоты слоя F2 перед магнитными бурями.
 4. Зависимость от солнечной активности // Гелиогеофизические исследования. Вып. 30. С. 3–8. 20216.

[©] Институт прикладной геофизики имени академика Е. К. Федорова

- Данилов А. Д., Константинова А. В. Детальный анализ поведения критической частоты слоя F2 перед магнитными бурями. 5. Зависимость от местного времени начала бури // Гелиогеофизические исследования. Вып. 30. С. 15–21. 2021в.
- Константинова А. В., Данилов А. Д. Ионосферные предвестники геомагнитных бурь. 2. Анализ данных ст. Slough // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 60. № 3. С. 329–336. 2020а.
- Константинова А. В., Данилов А. Д. Ионосферные предвестники геомагнитных бурь. 3. Анализ данных ст. Juliusruh // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 61. № 3. С. 341–348. 2021.
- Лещинская Т.Ю., Михайлов В.В. Модель SIMP-1: картирование месячных медиан foF2 по северному полушарию // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 56. № 6. С. 772–780. 2016.
- Danilov A.D., Konstantinova A.V. Behavior of the ionospheric F region prior to geomagnetic storms // Adv. Space Res. V. 64. P.1375–1387. 2019.

DETAILED ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF THE F2-LAYER CRITICAL FREQUENCY PRIOR TO MAGNETIC STORMS. 6. SEPARATION OF THE EFFECTS OF STORM INTENSITY AND SOLAR ACTIVITY (JULIUSRUH STATION)

Danilov A. D. Konstantinova A. V.

A detailed analysis of the dependence of the number of events (deviations of the foF2 critical frequency on the prestorm days from quiet geomagnetic conditions) on the intensity of the coming storm and solar activity according to the measurements at Juliusruh station is performed. In order to separate the effects of the dependence on different parameters, the dependence on solar activity is considered for narrow intervals of the *Dst* index that characterizes the storm intensity, whereas the dependence on the storm intensity is analyzed for narrow intervals of the *F*10.7 index that characterizes solar activity. At the same time, if there is sufficient amount of the data, the dependencies for the winter and equinox conditions are considered separately. For the vast majority of situations, the dependencies (decreases) of the number of events both on *Dst* and *F*10.7, obtained in the previous publications of this series at consideration of the entire massif of storms are obtained.

Keywords: Geomagnetic Storm, Ionospheric Disturbances, Ionospheric F2 Layer.