

Синхронная запись АЧХ поля атмосфериков на разнесённых по широте авроральных обсерваториях (экспериментальные данные)

Алексей Галахов, Алексей Галкин

Данная работа является продолжением цикла работ, посвящённого тематике применения программируемых аналоговых (AN221E04) и цифровых (PIC18F452) интегральных микросхем для разработки нестандартной геофизической аппаратуры [1, 2].

В работе представлены экспериментальные данные АЧХ поля атмосфериков, зарегистрированного одновременно на двух разнесённых по широте обсерваториях Полярного геофизического института РАН [Ловозеро (67,97°N, 35,02°E) и Баренцбург (78,08°N, 14,22°E)] во время вспышек на Солнце класса В, М (09.11.2021).

Используемая приёмно-регистрирующая аппаратура была разработана в ПГИ на основе программируемых аналоговых (AN221E04) и цифровых (PIC18F452) интегральных микросхем, что дало возможность получить высокую точность обработки аналоговых сигналов (не хуже 1%). Это позволило сопоставлять результаты регистрации, выполненные в разных точках наблюдений, с численным моделированием процессов в нижней ионосфере Земли.

Результаты первичной обработки экспериментальных данных показали, что вариации АЧХ поля атмосфериков могут стать дополнительным индикатором состояния солнечной активности и солнечных вспышек.

Введение

Изучение физики атмосферы остаётся актуальным и в наши дни, поскольку всегда имеется потребность в корректировке физической модели ионосферы с использованием оперативно получаемых экспериментальных данных. Любая модель ионосферы не может охватить и предсказать всех факторов, влияющих на состояние плазмы, вызванных вспышками на Солнце.

Интерес к данному исследованию объясняется тем, что изменения интенсивности солнечного ветра, связанные со вспышками на Солнце, являются главной причиной появления основных геофизических явлений. Три вида солнечного излучения (электромагнитное, протоны, низкоэнергичная плазма) особенно влияют на процессы в верхней атмосфере и приводят к возникновению различного вида геофизических явлений (внезапные ионос-

ферные возмущения, магнитные бури, полярные сияния). Каждый из этих факторов по-разному воздействует на околоземное пространство (магнитосферу, ионосферу).

Причём полоса импульсного электромагнитного излучения простирается в широком диапазоне длин волн: от жёсткого рентгеновского излучения (10^{-9} см) до километровых радиоволн (10^6 см). Время распространения указанных видов солнечного излучения до Земли соответственно составляет: 8,3 мин, несколько часов, 1–2 суток [3].

Состояние активности Солнца определялось по архивным данным X-Ray Flux геостационарного спутника GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) [4, 5]. Рентгеновские данные спутника GOES являются хорошим индикатором того, что солнечная буря движется по направлению к Земле.

Приведена синхронная запись АЧХ поля атмосфериков, зарегистрированного на двух разнесённых по широте авроральных обсерваториях ПГИ: Ловозеро (Мурманская обл., 67,97°N/35,02°E) и Баренцбург (арх. Шпицберген, 78,08°N/14,22°E) во время солнечных вспышек мощностью класса В и М [4].

Аппаратура

Данная работа является продолжением цикла работ, посвящённого применению программируемых аналоговых (AN221E04) и цифровых (PIC18F452) интегральных микросхем для разработки нестандартной геофизической аппаратуры.

Целесообразность применения ПАИС Anadigm обусловлена высокими техническими характеристиками [6]:

- низкий уровень собственных шумов ($U_{\text{шм}} = 0,13 \text{ мкВ}/\sqrt{\text{Гц}}$), достигнутый из-за того, что внутренняя структура микросхемы выполнена по дифференциальной схеме;
- высокая точность обработки аналогового сигнала, которая обусловле-



Рис. 1. Общий вид рамочных ОНЧ-антенн (арх. Шпицберген)

на тем, что, в отличие от цифровых систем, где сигнал дискретен по времени и квантован по уровню, в дискретно-аналоговых системах сигнал дискретен только во времени;

- наличие на входах ПАИС anti-aliasing фильтров, которые устраняют эффект наложения спектра.

В данном эксперименте для приёма и частотного анализа п. а. на каждой обсерватории использовались два идентичных комплекта приёмно-регистрирующей аппаратуры.

Состав аппаратуры:

- два комплекта приёмников ОНЧ-диапазона (400...7500 Гц) с ортогональной ориентацией входных рамочных антенн [7];
- последовательный анализатор спектра поля атмосфериков [2].

Ортогональная ориентация входных рамочных антенн даёт возможность оценить вклад каждой компоненты H_x , H_y в горизонтальную составляющую магнитного поля атмосфериков. Общий вид рамочных ОНЧ-антенн представлен на рис. 1.

Особенности построения последовательного анализатора спектра вызваны импульсным характером поля атмосфериков и широким динамическим диапазоном входных сигналов. Режим динамической реконфигурации, который предусмотрен в ПАИС Anadigm, позволяет программным способом менять структурную схему устройства и задавать его технические характеристики.

Это дало возможность путём включения подпрограммы «обнуления» уменьшить погрешность измерения амплитуды, вызванной эффектом «звона» фильтра при действии импульсного сигнала. Режим «обнуления» включается после записи каждой спектральной составляющей п. а.

Структура построения аппаратуры позволяет легко тиражировать её с идентичными параметрами, и тем самым имеется возможность для организации сети геофизических наблюдений.

Экспериментальные данные

Для того чтобы идентифицировать влияние различных факторов воздействия солнечной вспышки (электромагнитный импульс, поток космических лучей, корональные выбросы) на состояние нижней ионосферы Земли, рассмотрен случай двух солнечных вспышек разного класса (В, М)

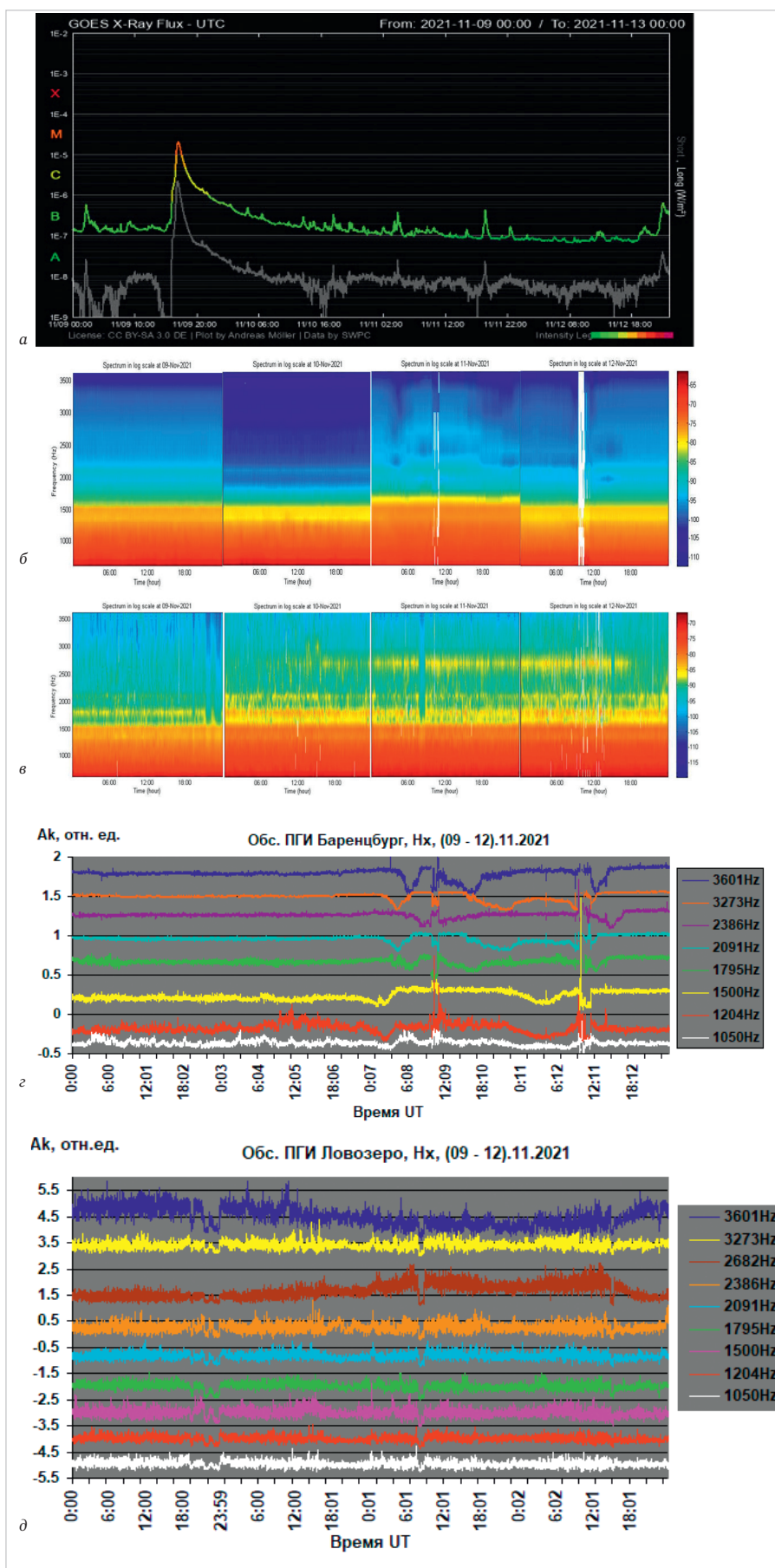


Рис. 2. Сравнительная 4-суточная запись [09.11.2021–12.11.2021] солнечной активности GOES X-Ray Flux и АЧХ магнитной H_x компоненты поля атмосфериков: а) GOES X-Ray Flux: 2021-11-09_000000–2021-11-13_000000 [4]; б) сонограмма компоненты H_x п. а., obs. ПГИ Баренцбург; в) сонограмма компоненты H_x п. а., obs. ПГИ Ловозеро; г) АЧХ компоненты H_x п. а., obs. ПГИ Баренцбург; д) АЧХ компоненты H_x п. а., obs. ПГИ Ловозеро

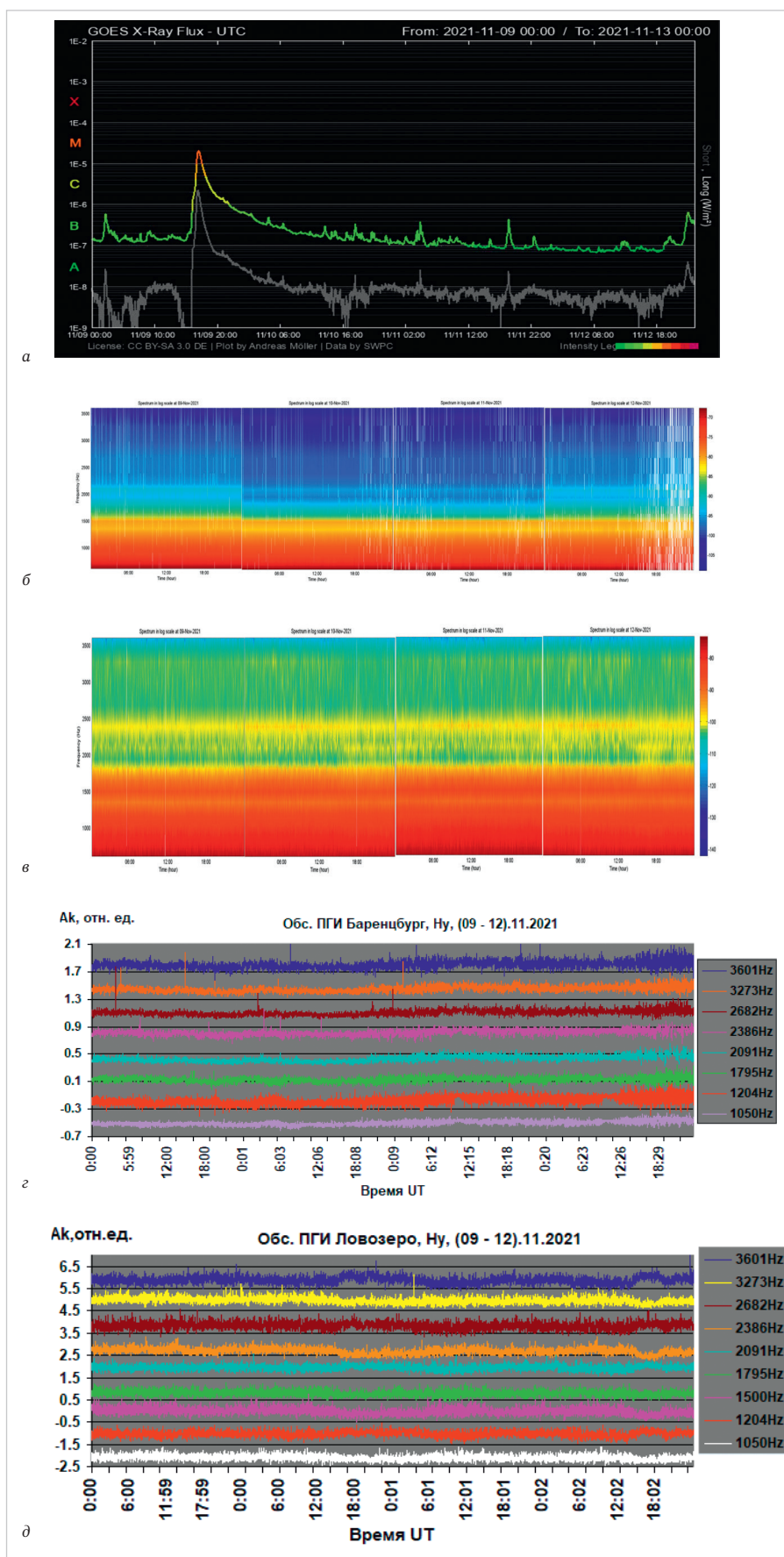


Рис. 3. Сравнительная 4-суточная запись [09.11.2021÷12.11.2021] солнечной активности GOES X-Ray Flux и АЧХ магнитной Нх компоненты поля атмосфериков: а) GOES X-Ray Flux: 2021-11-09_000000–2021-11-13_000000 [4]; б) сонограмма компоненты Нх п. а., obs. ПГИ Баренцбург; в) сонограмма компоненты Нх п. а., obs. ПГИ Lovozero; г) АЧХ-компоненты Нх п. а., obs. ПГИ Баренцбург; д) АЧХ-компоненты Нх п. а., obs. ПГИ Lovozero

на фоне спокойного состояния Солнца (09.11.2021).

В связи с тем, что задержка реакции ионосферы на солнечную вспышку зависит от фактора воздействия и составляет от несколько минут (электромагнитный импульс) до трёх суток (корональный выброс), будут рассмотрены АЧХ поля атмосфериков в различных временных масштабах.

На рис. 2, 3 представлена 4-суточная (09.11.2021–12.11.2021) синхронная запись X-Ray Flux (GOES) и АЧХ поля атмосфериков (п. а.) отдельно по компонентам Нх (рис. 1), Ну (рис. 2), одновременно зарегистрированных на двух обсерваториях в период солнечных вспышек мощностью класса В [(02:00) 09.11.2021] и М [(15:20) 09.11.2021].

В связи с широким динамическим диапазоном спектральных составляющих сигнала п. а. в полосе частот $\Delta F = (0,6–3,6)$ кГц и для лучшей наглядности вариации амплитуды каналов на графиках АЧХ представлены в относительных единицах. Белые полосы на сонограммах (рис. 1в, 2б) означают отсутствие данных в представленный момент времени.

На рис. 4 представлена суточная (09.11.2021) синхронная запись GOES X-Ray Flux и АЧХ компонентов Нх поля атмосфериков, одновременно зарегистрированных на двух обсерваториях ПГИ в период солнечных вспышек мощностью класса В [(02:00) 09.11] и М [(15:20) 09.11] 2021 г.

Анализ представленных характеристик показал широтную зависимость АЧХ поля атмосфериков при действии солнечной вспышки, что подтверждает сложную конфигурацию магнитного поля околоземного космического пространства (области как замкнутых, так и разомкнутых силовых линий). Наличие области полярного каспа (широты $75–80^\circ$), где интенсивность геомагнитного поля очень низкая, подтверждено регистрацией возмущения п. а. только на obs. ПГИ Баренцбург (рис. 3б), как результата воздействия солнечной вспышки класса В ($6 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$). Отсутствие временной задержки между солнечной вспышкой и возмущением п. а. в виде девиации критической частоты волновода Земля-ионосфера [(909–1500) Гц], а также то, что область наблюдения находилась в тени Солнца, даёт основание считать, что фактором воздействия солнечного излучения является электромагнитный поток.

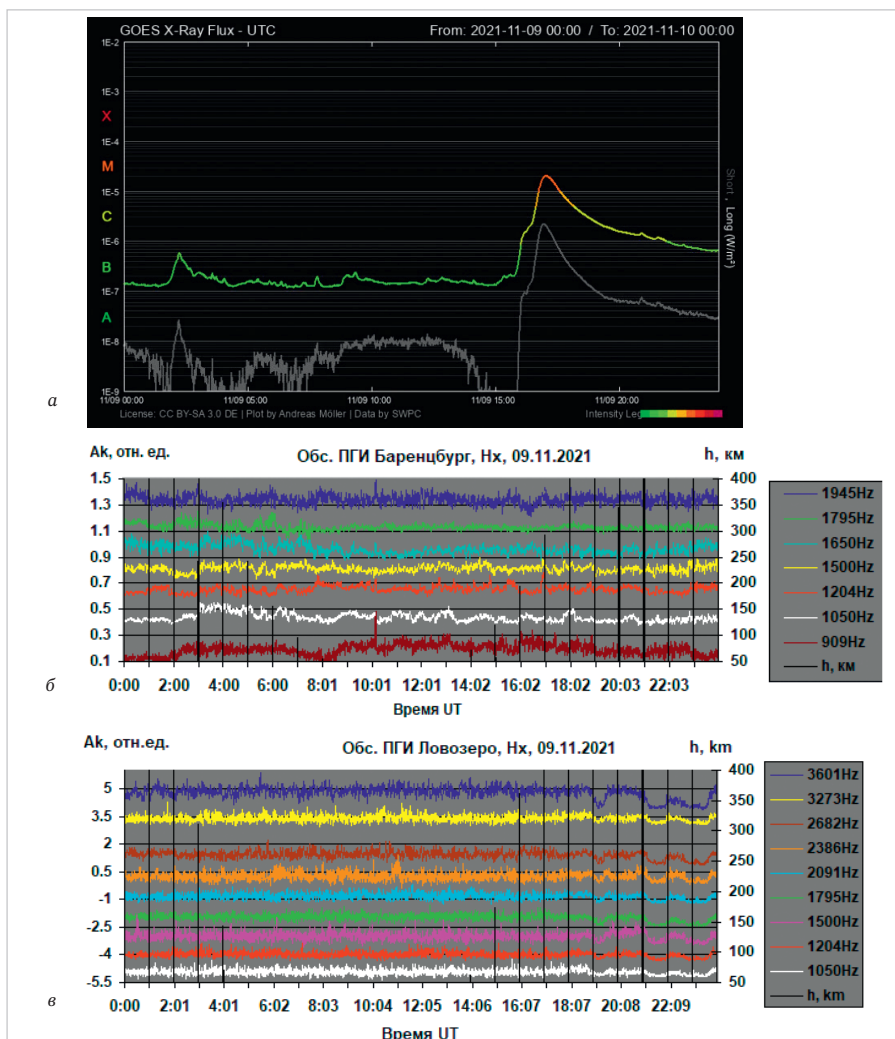


Рис. 4. Суточная запись солнечной активности GOES X-Ray Flux и АЧХ магнитной Hx компоненты поля атмосфериков (09.11.2021): а) X-Ray Flux, (GOES): 2021-11-09_000000–2021-11-10_000000 [5]; б) АЧХ-компоненты Hx п. а., obs. ПГИ Баренцбург; в) АЧХ-компоненты Hx п. а., obs. ПГИ Ловозеро

Результаты первичной обработки экспериментальных данных показали, что вариации АЧХ поля атмосфериков могут стать дополнительным индикатором состояния солнечной активности и солнечных вспышек.

Литература

1. Галахов А., Ахметов О. Ультразвуковой анемометр на программируемых аналоговых ИС Anadigm // Современная электроника. 2009, № 4. С. 36–38.
2. Галахов А., Косолапенко В., Ларченко А. и др. Анализатор спектра поля атмосфериков на реконфигурируемых ПАИС Anadigm // Современная электроника. 2019, № 7. С. 62–66.
3. Криволицкий А.А., Репнев А.И. Воздействие космических факторов на озоносферу Земли. М.: Геос, 2009.
4. GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite). URL: https://www.polarlicht-vorhersage.de/goes/2020-11-09_000000_2020-11-13_000000.png.
5. GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite). URL: https://www.polarlicht-vorhersage.de/goes/2020-11-09_000000_2020-11-10_000000.png.
6. Datasheet AN221E04: URL: http://www.anadigm.com/_doc/DS030100-U006.pdf.
7. Галахов А.А., Ахметов О.И. Комплекс аппаратуры для регистрации импульсной компоненты электромагнитного поля очень низкой частоты // Приборы и техника эксперимента. 2011, № 3. С. 136–142.

НОВОСТИ МИРА

Когда российская вычислительная техника полностью вытеснит импортную

Председатель комитета Госдумы по информационной политике, информационным технологиям и связи Александр Хинштейн рассказал на пресс-конференции, посвящённой итогам осенней сессии, что в России вычислительная техника отечественного производства полностью заменит импортную к 2028 году.

Хинштейн подчеркнул, что, если не перейти полностью на российскую вычислительную технику, не получится добиться подлинного цифрового суверенитета. Также политик отметил, что на 2023 год такую задачу ставил президент Путин.

Кроме того, Александр Хинштейн рассказал, что доля российской вычислительной техники едва превышает 11% от общего объёма

ма внутреннего рынка. При этом только 16% систем хранения и лишь 28% всех используе-



мых в стране серверов производятся в России.

По его словам, он общался на эту тему с главой Минцифры Максумом Шадаевым, а вместе с ним Минпромторг и правительство уверяют, что на российское оборудование страна полностью перейдёт к 2028 году. На все 100% «линейка будет закрыта к 2028 году».

«Невозможно достичь технологического суверенитета, не уходя от импортозависимости», – подчеркнул Александр Хинштейн.

ferra.ru

В России покупатели всё чаще начали судиться с продавцами электроники

В России и физические, и юридические лица всё чаще судятся с продавцами электроники. На сегодняшний день известно об исках к «МегаФону», ge:Store, «Ситилинку» и «М.Видео-Эльдорадо».

Суммы исков, которые истцы хотят взыскать с продавцов, составляют 14–250 млн рублей. Юристы даже считают, что некоторые торговые сети могут стать банкротами.

Основные претензии заключаются в усложнении логистики и увеличении сроков поставок в силу ухода зарубежных компаний с российского рынка. Также претензии связаны с исполнением обязательств по договорам: поставками товаров, арендой, возмездным оказанием услуг и т.д.

ferra.ru



ЧИТАЙТЕ В КОМФОРТЕ



ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА «СТА»

подписка с гарантированной доставкой



онлайн: www.cta.ru • +7 495 234-0635 • info@cta.ru

на почте: по каталогу «Урал-Пресс» (на год – 81872, на полугодие – 72419)