

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**4 (302)**

**ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.**

**ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.**

**JULY – AUGUST 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчекөв Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**Г. М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчиков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

**G. M. Mutanov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 1991-346X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 40 – 45

**SOLAR FLARES AND PROPAGATION  
OF RADIO WAVES**

**I. D. Kozin, I. N. Fedulina**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: IDKozin@yandex.ru

**Key words:** solar flare, a radiowave, propagation, reflection, absorption, power variations.

**Abstract.** Experimental data on propagation of radiowaves from VLF range to VHF range during the periods of solar flares are considered and analyzed. It is shown that a resultant field of radiowave is influenced by different types of ionospheric disturbances, variation of altitudes of the reflection, nondeviative absorption and interference of different modes of propagation. In low-frequency ranges of radiowaves an increase of received signal power is observed in the most cases during solar flares, in high-frequency ranges the power of propagating radio signal decreases. It is shown also that strongly pronounced patterns of radiowave reaction on solar flares are detected in VLF range, as well as in VHF range.

УДК 523.9-1:629.78, 621.029

**СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ  
И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН**

**И. Д. Козин, И. Н. Федулina**

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** солнечная вспышка, радиоволна, распространение, отражение, поглощение, вариации мощности.

**Аннотация.** Рассмотрены и проанализированы экспериментальные данные по возмущениям радиоволн от СВД до УКВ диапазонов в периоды солнечных вспышек. Показано, что на результирующее поле радиоволн оказывают различные типы ионосферных возмущений, вариации высот отражения, неотклоняющее поглощение и взаимодействие различных мод распространения. В низкочастотных диапазонах радиоволн в большинстве случаев при солнечных вспышках наблюдается возрастание мощности принимаемых сигналов, в высокочастотных диапазонах при этом распространяющийся сигнал теряет свою мощность. Показано также, что эксклюзивные, ярко выраженные формы реакции радиоволн на солнечные вспышки имеют не только радиоволны СДВ, но и УКВ диапазона.

**Введение.** Воздействие солнечных вспышек на условия распространения радиоволн до сих пор является явлением, интересующим научный мир. Можно отметить наиболее известные эффекты такого воздействия: это полное поглощение энергии радиоволн коротковолнового диапазона, названное эффектом Делинджера [1, 2], а также амплитудные и фазо-частотные возмущения радиосигналов СДВ диапазона [3-7]. Наблюдаемые эффекты в указанных диапазонах частот, как правило, объясняются возникновением внезапных ионосферных возмущений SID. Изменения высотного профиля электронной концентрации, связанные с рентгеновским излучением солнечной вспышки приводят к возрастанию поглощения коротких и к уменьшению высоты отражения сверхдлинных радиоволн.

Целью работы является выявление характерных особенностей реакции радиоволн различных диапазонов на солнечные вспышки и создание предпосылок для выработки прогностических характеристик в функционировании телекоммуникационных и навигационных систем.

При анализе воздействия возмущений космической погоды на распространение радиоволн различных частотных диапазонов будем исходить модели, которая включает многолучевость и, следовательно, интерференцию, поглощение мощности средой, а также изменение длины пути распространения. Изменение мощности принимаемого радиосигнала, в первом приближении, происходит по двум параметрам  $L_0$  и  $\Delta L$ .

$$P_{\text{эсп}} = \frac{P_{\text{изл}}}{L_0 \cdot \Delta L}.$$

Здесь  $L_0$  – поглощение за счёт изменения длины пути (поглощение в свободном пространстве), а  $\Delta L$  – дополнительное поглощение за счёт изменения характеристик среды распространения. Общее поглощение энергии радиоволны будет складываться из изменений обеих составляющих  $L_0$  и  $\Delta L$ .

Коэффициент затухания мощности радиоволны - фактор  $L_0$  - вычисляется в предположении, что распространение радиоволн происходит в свободном пространстве, то есть между передающей и приёмной антеннами не имеется атмосферы и никаких физических препятствий. Вычисление это проводится очень легко, если известны основные свойства приёмной и передающей антенн.

Поскольку при изменении высотного профиля электронной концентрации основные свойства приёмно-передающего тракта не меняются, можно записать

$$L_0 \approx \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2}.$$

То есть, изменения  $L_0$  и, следовательно, мощности принимаемого радиосигнала для выбранной частоты, будут пропорциональны изменению квадрата длины пути –  $d^2$ .

На величину принимаемых сигналов также будет действовать местное время, приходящееся на середину трассы, географическая широта, направление трассы распространения относительно вектора магнитного поля и зенитный угол приходящей радиации. Вид ожидаемых эффектов поглощения электромагнитной энергии радиоволны, вклад каждой из составляющих  $L_0$  и  $\Delta L$  можно оценить на моделях, но окончательный и истинный результат можно получить только в экспериментальных измерениях.

Схематические представления реакции радиоволн на изменения условий распространения, связанные с возмущениями космической погоды, приведены на рисунке 1.

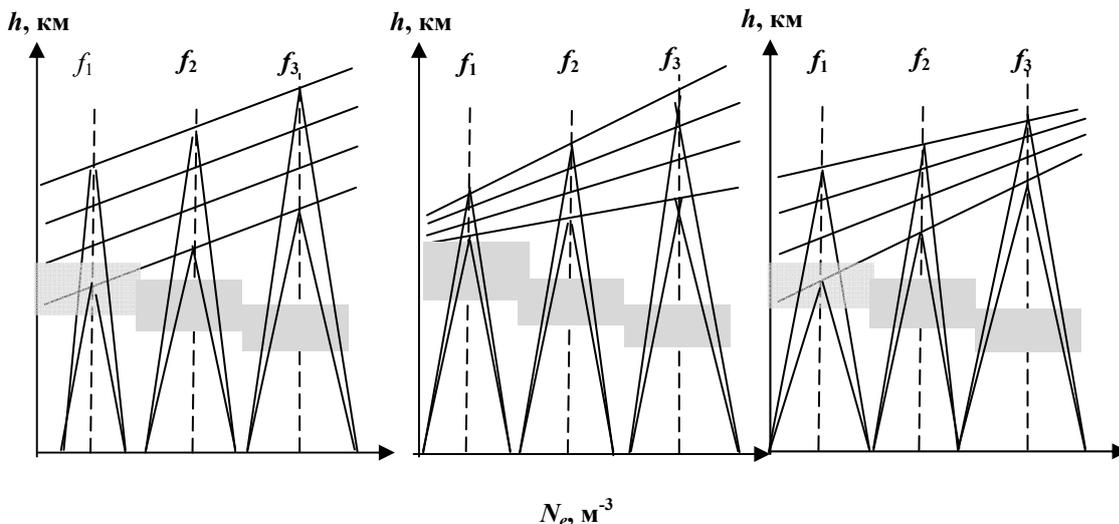


Рисунок 1 – Принципиальные схемы воздействия вариаций профиля электронной концентрации на траекторию и поглощение радиоволн различных диапазонов

Здесь представлены три условных варианта изменения высотного профиля электронной концентрации  $N_e(h)$ , м<sup>-3</sup>. Вертикальная штриховая линия относится к условиям середины радиотрассы. Первый вариант изменений профиля электронной концентрации имеет вид параллельного смещения по вертикали. Второй вариант имеет вид веера вверх, то есть на больших высотах изменения величины электронной концентрации значительней, чем на более низких высотах. Третий вариант вариаций  $N_e(h)$  имеет вид веера вниз, когда на меньших высотах электронная концентрация изменяется быстрее, чем на больших высотах.

Показаны опять-таки условно, траектории распространения радиоволн с частотами  $f_1 < f_2 < f_3$ . Полагается, что для определённых частот радиоволны необходима столь же определённая и неизменная на разных высотах электронная концентрация  $N_e$ .

В работе [8] показаны условия отражения радиоволны в ионосфере. Отражение радиоволны происходит в точке, в которой плазменная частота ионосферы  $\omega_0$  равна круговой частоте радиоволны  $\omega$ . В свою очередь плазменная частота определяется величиной электронной концентрации

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4\pi e^2 \cdot N_e}{m}} = \sqrt{3,18 \cdot 10^9 \cdot N_e},$$

где  $e$  и  $m$  – заряд и масса электрона.

Как видно, чем выше излучаемая частота  $\omega$ , тем большая электронная концентрация  $N_e$  требуется ее отражения. При изменениях высотного профиля электронной концентрации меняется и высота отражения.

Для оценки вклада ионосферной части поглощения  $\Delta L$  введем в вертикальный профиль области неотклоняющего поглощения амплитуды напряжённости поля радиоволны. Эта область, также условно, обозначена на рисунке 1 серым цветом.

Известно, что величина неотклоняющего поглощения энергии радиоволн пропорциональна

$$E = E_0 \exp \left\{ - \int_s^{s_1} \alpha ds \right\}.$$

Необходимо принять во внимание характер изменения эффективной частоты соударений в зависимости от тепловой скорости электронов.

При расчетах характеристик радиосигналов, распространяющихся в ионосфере, необходимы вычисления не только электронной концентрации, но и эффективной частоты соударений электронов с нейтральными молекулами атмосферного газа. Величина частоты соударений рассчитывается по формуле П. Бэнкса [9], которая имеет вид:

$$\nu(h) = 2.33 \cdot 10^{-11} \cdot N_2(h) [1 - 1.24 \cdot 10^{-4} \cdot T(h)] \cdot T(h) + \\ + 1.82 \cdot 10^{-10} \cdot O_2(h) [1 + 3.6 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{T(h)}] \cdot \sqrt{T(h)},$$

где  $N_2$  и  $O_2$  – концентрации молекул азота и кислорода;  $h$  – высота атмосферы;  $T$  – температура.

Таким образом, для волны данной частоты показатель поглощения увеличивается с высотой в более низких областях, достигает максимума, а затем уменьшается с высотой. Следовательно, имеются значения  $\nu = \nu'$ , для которых показатель  $\alpha$  является максимальным, как это показано на

рисунке 2. Это значение получается путем дифференцирования выражения  $\frac{\nu}{\nu^2 + \omega^2}$  по  $\nu$  и приравнивания его производной нулю.

При этом получим, что показатель поглощения  $\alpha$  максимален на уровне, на котором частота соударений равна круговой частоте волны. Отсюда, чем выше частота волны  $f$ , тем ниже уровень  $h$  максимума показателя поглощения.

Для выделения периодов солнечных вспышек рассмотрим вариации рентгеновского излучения, которые изображены на рисунке 3.

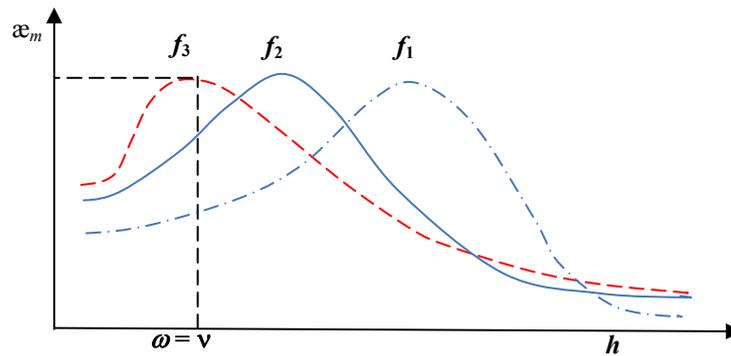


Рисунок 2 – Изменение показателя неотклоняющего поглощения ( $\alpha_m$  – предельное значение  $\alpha$ ) в зависимости от высоты  $h$  для различных частот

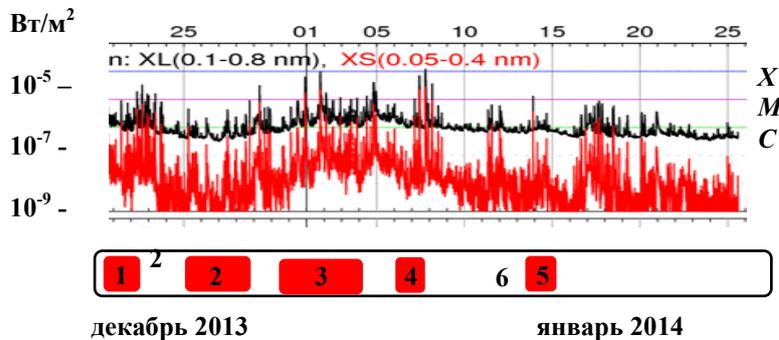


Рисунок 3 – Вариации потока энергии рентгеновского излучения в диапазонах: а) 0,1–0,8 нм и б) 0,05–0,4 нм для периода 21 декабря 2013 г. ÷ 26 января 2014 г. [10]

На рисунке 3 выделены три уровня плотности потока X, M и C. Вариации рентгеновского излучения Солнца приведены по данным GOES Space Environment Monitor (GOES - Geostationary Operational Environmental Satellites) [10]. Внизу рисунка отмечены временные интервалы, в которых плотность потока энергии излучения в обоих диапазонах превышала уровень M. Таких периодов отмечено 5.

Для исследований вариаций мощности радиоволн, регистрируемых в г. Алматы, рассмотрим временной интервал 21 декабря 2013 года – 26 января 2014 года. Для мониторинга поведения радиоволн в выбранный период использовался многоканальный анализатор радиоспектра «БАРС». В качестве модулей измерителей спектра в устройстве используются изделия SA44B (1Гц-4,4 ГГц). В пяти каналах анализатора «БАРС» проводились измерения мощности сигналов в дБм относительно 1Вт в широком СДВ - УКВ диапазоне частот.

На рисунке 4а приведены вариации сигнала 16 кГц, излучаемого станцией Регби (Великобритания). В рассматриваемый период наблюдалось два мощных всплеска мощности принимаемого сигнала, по времени совпадавшие с периодами вспышек рентгеновского излучения на Солнце, обозначенных на рисунке 3 цифрами 2 и 5.

Повышение мощности принимаемых сигналов составило 17 и 8 дБм соответственно. Такое поведение СДВ сигналов хорошо известно и объясняется внезапными ионосферными возмущениями SID. События 3 и 4 совпали с возмущениями иной природы и чётко не проявились.

Представляет интерес поведение радиосигналов в других диапазонах частот. На рисунке 4б представлены вариации ДВ сигналов на частоте 280 кГц и на рисунке 4в – 2 МГц.

На этих записях хорошо просматриваются суточный ход и множество как положительных, так и отрицательных возмущений мощности сигнала. Большое число кратковременных возмущений

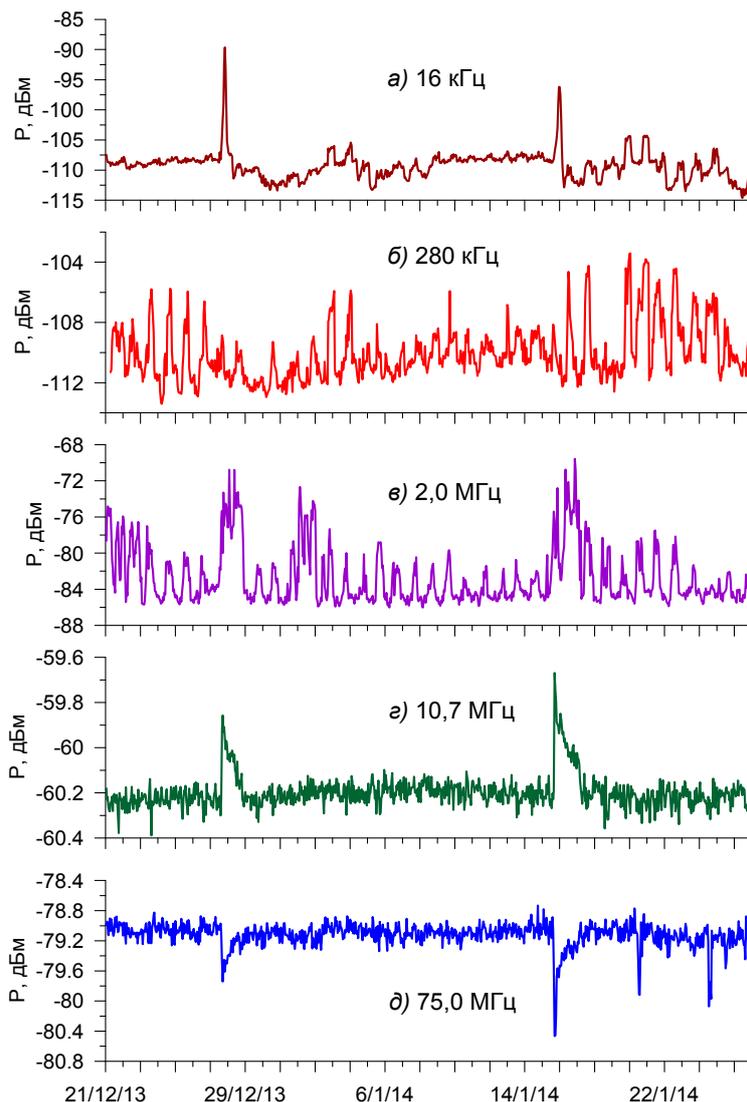


Рисунок 4 – Вариации мощности радиосигналов на частотах от 16 кГц до 75,0 МГц

можно объяснить воздействием всплесков маломощных рентгеновских вспышек. Их проникновение на более низкие высоты ионосферы затруднительно. И хотя часть этих возмущений совпадает по времени с всплесками рентгеновского излучения на Солнце делать конкретные выводы преждевременно.

На следующем рисунке 4г и 4д представляем изменения мощности радиосигнала на частотах 10,7 и 75,0 МГц. На обеих частотах демонстрируется отсутствие суточного хода. Для частоты 10,7 МГц это может быть объяснено превышением максимально применимых частот для этого сезона и близким расположением к приёмному пункту. Удивительно, но всплески потока рентгеновского излучения под номерами 3 и 4, приведенными на рисунке 3, нашли отклик, хотя и с разным знаком, на исследуемых частотах. Отсюда вытекает, что наземный способ фиксации мощных рентгеновских вспышек можно производить не только в СДВ, но и в УКВ диапазонах.

Работа выполнена по программе 101 «Грантовое финансирование научных исследований» в рамках темы «Исследование воздействия космической погоды на распространение радиоволн» (Грант 0038/ГФ1, Регистрационный номер (РН) 0112PK02388).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Goodman J.M. Space Weather & Telecommunications. Springer Science+Business Media - 2005. - 382 p.
- [2] ITU-R HDBK ПЕ: The Ionosphere and its Effects on Radiowave Propagation. A Guide with Background to ITU-R Procedures for Radio Planners and Users. Geneva: Radiocommunication Bureau, ITU. - 1998.

- [3] *Кашпар Ю.В., Козин И.Д., Никитин А.А.* О возможностях различных методов контроля и диагностики внезапных ионосферных возмущений // Низкочастотный волновод «Земля-ионосфера»: сб. науч. ст. Алматы: Наука Каз ССР. - 1991. - С. 21-23.
- [4] *Кашпар Ю.В., Козин И.Д., Никитин А.А.* О связи поглощения КВ и фазовой аномалии СДВ при солнечных вспышках // Динамика ионосферы: сб. науч. ст. Алматы: Гылым. - 1991. - т. 2. - С. 34-36.
- [5] *De Canck M.H.* Radiowave propagation. vol. 6. Antenne X Online Magazine. - 2009. - 410 p.
- [6] *Contreira D.B., Rodrigues F.S., Makita K., Brum C.G.M., Gonzalez W., Trivedi N.B., da Silva M.R., Schuch N.J.* An experiment to study solar flare effects on radio-communication signals // *Advances in Space Research*. - 2005. - Vol. 36. - P. 2455-2459.
- [7] *Davies K.* Ionospheric Radio waves. London: Peter Peregrinus Ltd. - 1990. - 506 p.
- [8] *Козин И.Д., Федулina И.Н.* Распространение радиоволн: Учебное пособие. Алматы: АУЭС. - 2014. - 80 с.
- [9] *Banks P.M.* Collision frequencies and energy transfer Planet // *Space Sci*. - 1966. - Vol 14. - P. 1085-1122.
- [10] National Geophysical Data Center: Solar - Terrestrial Physics Division. Direct Access to GOES Space Environment Monitor Data & Plots [Электронный ресурс]. URL: <http://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/> (дата обращения: 18.05.2014).

## REFERENCES

- [1] Goodman J.M. *Space Weather & Telecommunications*. Springer Science+Business Media, 2005. 382 p. (in Eng.).
- [2] ITU-R HDBK IIE: *The Ionosphere and its Effects on Radiowave Propagation*. A Guide with Background to ITU-R Procedures for Radio Planners and Users. Geneva: Radiocommunication Bureau, ITU, 1998 (in Eng.).
- [3] *Kashpar Ju.V., Kozin I.D., Nikitin A.A.* *Nizkochastotnyj volnovod «Zemlja-ionosfera»*: sb. nauch. st. Алматы: Nauka Kaz SSR, 1991, 21-23 (in Russ.).
- [4] *Kashpar Ju.V., Kozin I.D., Nikitin A.A.* *Dinamika ionosfery*: sb. nauch. st. Алматы: Gylym, 1991, 2, 34-36 (in Russ.).
- [5] *De Canck M.H.* *Radiowave propagation*. vol. 6. Antenne X Online Magazine, 2009, 410 p. (in Eng.).
- [6] *Contreira D.B., Rodrigues F.S., Makita K., Brum C.G.M., Gonzalez W., Trivedi N.B., da Silva M.R., Schuch N.J.* An experiment to study solar flare effects on radio-communication signals. *Advances in Space Research*, 2005, 36, 2455-2459. (in Eng.).
- [7] *Davies K.* *Ionospheric Radio waves*. London: Peter Peregrinus Ltd, 1990, 506 p. (in Eng.).
- [8] *Kozin I.D., Fedulina I.N.* *Propagation of Radiowaves*: Алматы: AUPET, 2014, 80 p. (in Russ.).
- [9] *Banks P.M.* Collision frequencies and energy transfer Planet. *Space Sci*, 1966, 14, 1085-1122. (in Eng.).
- [10] National Geophysical Data Center: Solar - Terrestrial Physics Division. Direct Access to GOES Space Environment Monitor Data & Plots. URL: <http://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/> (in Eng.).

## КҮН ЖАРҚЫЛДАРЫ ЖӘНЕ РАДИОТОЛҚЫННЫҢ ТАРАЛУЫ

И. Д. Козин, И. Н. Федулina

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** күн жарқылдары, радиотолқын, таралу, шағылысу, жұту, қуаттың вариациясы.

**Аннотация.** Күн жарқылдары кезінде төменгіжиілікті толқындардан ультрақысқа толқындарға дейінгі радиотолқындардың ауытқулары бойынша тәжірибелік мәліметтер қарастырылған және анализ жасалған. Радиотолқындардың қорытқы өрісіне ионосфералық ауытқулары, шағылысудың өсуінің вариациясы, ауып кетпейтін жұтылу және әртүрлі таралу модаларының әсері көрсетілген. Төменгіжиілікті диапазондардағы радиотолқындар көп жағдайда күн жарқылдарында өзінің қуатын жоғалтатын, бірақ дабылды тарататын жоғарғыжиілікті диапазондардағы дабылдарды қабылдайтын қуаттың өсуі бақыланады. Сонымен қатар күн жарқылдарында радиотолқындардың эксклюзивті, анық көрсетілген реакциясының түрлерінде тек қана төменгіжиілікті толқындары ғана емес, және де ультрақысқа толқындар диапазоны да болатыны зерттелген.

Поступила 07.07.2015 г.

---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

---

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 14.07.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

17,25 п.л. Тираж 300. Заказ 4.