

**ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ УКРАЇНСЬКОЇ МЕТЕОРНОЇ  
МЕРЕЖІ В ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ЗДОБУВАЧАМ ОСВІТИ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І  
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НУБіП УКРАЇНИ**

***Б. О. Грудинін, доктор педагогічних наук, доцент***

***Національний університет біоресурсів і природокористування України***

*E-mail: [b.hrudynin@nubip.edu.ua](mailto:b.hrudynin@nubip.edu.ua)*

**Анотація..** Представлено особливості методів фіксації метеорів шляхом організації мережі кореспондуючих пунктів спостережень - постійно діючих спостережних станцій, розташованих на території України з відповідним технічним і програмним забезпеченням для проведення базисних та односторонніх спостережень метеорів в радіодіапазоні довжин електромагнітних хвиль. Це сприяє вирішенню стратегічних проблем дослідження метеорів, структури і еволюції метеорних роїв та потоків, взаємодії метеороїдів з атмосферою Землі та їх хімічного складу. Науково-технічною продукцією спостережних станцій є результати високоточних базисних або односторонніх спостережень метеорів у радіодіапазоні довжин електромагнітних хвиль, фундаментальних і прикладних науково-технічних досліджень.

Мета дослідження – розглянути принцип роботи української метеорної спостережної мережі, окремого метеорного апаратурно-програмного комплексу зі спостереження метеорів у радіодіапазоні електромагнітних хвиль з використанням методу прямого розсіювання на метеорних слідах сигналів потужних FM-станцій радіомовлення з можливістю подальшої обробки і представлення даних здобувачами освіти спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплоенергетика», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України в процесі вивчення фізики.

Обробка експериментальних даних проводилася студентами зазначених спеціальностей під керівництвом автора при вивченні фізики.

Описано результати обробки статистичних даних метеорних вторгнень і їх графічне представлення здобувачами освіти зазначених спеціальностей в процесі опанування фізики.

Перспективи - впровадження в роботу до кінця 2024 р сьомої приймальної станції в м. Києві (студентське містечко НУБіП України) – сьомого метеорного апаратурно-програмного комплексу, як складника української метеорної спостережної мережі.

**Ключові слова:** метеор, метеорний потік, українська метеорна спостережна мережа, метеорний апаратурно-програмний комплекс

**Актуальність.** Нині виникає нагальна проблема у процесі підготовки майбутніх фахівців використовувати дані сучасної науки. Так, упродовж останніх років у процесі викладання дисципліни «Фізика» студентам спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплоенергетика», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України активно використовуються дані багаторічної роботи українською метеорною спостережної мережі (далі – УМСМ) щодо фіксування метеорних вторгнень в атмосферу Землі.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Для вирішення цілої низки астрономічних, геофізичних і прикладних задач (вивчення походження та еволюції Сонячної системи, оцінки впливу метеоритної речовини на Землю, розсіювання радіохвиль на іонізованих метеорних слідах, безпеки польотів космічних апаратів тощо) особливого значення набувають дослідження метеорних тіл та їх взаємодія з атмосферою Землі [5].

Причиною метеорних потоків є проходження кожного року Землею точки перетину власної орбіти з орбітами метеороїдів. Тривалість метеорних потоків становить від кількох годин до кількох тижнів і залежить від напрямку поперечного перетину їх орбіт нашою планетою (періодичність таких подій наведена в табл. 1 [7, 8]).

Оскільки кількість космічних частинок обернено пропорційна квадрату їх маси, то в Сонячній системі переважають здебільшого дрібні тіла, які й частіше за все і влітають в атмосферу Землі. При цьому такі малі тіла майже повністю згорають на висотах 120–80 км над поверхнею планети. В той же час більші тіла, створюючи боліди, проникають значно глибше до висот порядку 40–25 км. Практично всі тіла в процесі польоту зазнають інтенсивної руйнації з одночасними потужним тепловим вибухом і спалахом блиску в нижніх шарах атмосфери Землі. На думку учених-астрономів теплові вибухи мають місце при максимальних гальмуваннях метеороїдів.

У результаті теплових вибухів в атмосфері Землі створюються як монолітні

(кам'яні чи залізні), так і крихкі тіла, що мають малу густину. Після теплового вибуху метеороїда на поверхню планети випадають його залишки-фрагменти, що утворюють ударні кратери.

**1. Середні інтервали (Т) між двома вторгненнями космічних тіл**

| Маса, m                                    | Середній інтервал, Т               |
|--------------------------------------------|------------------------------------|
| $10^{-2}$ g                                | $7,2 \cdot 10^{-3}$ s (~ 140 за s) |
| 0,1 g                                      | $5,6 \cdot 10^{-2}$ s (~ 18 за s)  |
| 1 g                                        | 0,44 s                             |
| 100 g                                      | 0,44 m                             |
| 1 kg                                       | 3,44 m                             |
| 10 kg                                      | 26,8 m                             |
| 100 kg                                     | 3,50 h                             |
| 1 t                                        | 27,2 h                             |
| 4,3 t (болід над Україною)                 | 4,16 d                             |
| 10 t                                       | 8,84 d                             |
| 70 (60) t (метеорит Гоба)                  | 50 (44) d                          |
| 100 t (Сіхоте-Алінь)                       | 2,3 month                          |
| 650 t                                      | 1 year                             |
| $5 \cdot 10^3$ t                           | 6,2 years                          |
| $2 \cdot 10^6$ t (Тунгуський, Аризонський) | 1300 years                         |
| $2 \cdot 10^8$ t (діаметр ~ 0.5 km)        | 80 thousands years                 |
| $1,6 \cdot 10^9$ t (діаметр ~ 1 km)        | 0,5 millions years                 |
| $2 \cdot 10^{11}$ t (діаметр ~ 5 km)       | 37 millions years                  |
| $1,6 \cdot 10^{12}$ t (діаметр ~ 10 km)    | 240 millions years                 |

Перші систематичні спостереження метеорних потоків проводилися з використанням фотографічної техніки. Ці спостереження метеорів давали найбільш точну інформацію про атмосферні траєкторії метеорів та елементи їх орбіт (Гарвардська програма з фотографування метеорів, штати Массачусетс та Нью-Мехіко (1936–1959 рр.); європейські болідні мережі). Результати цих спостережень містять інформацію про понад 100 000 метеорних орбіт (так звана Метеорна База Даних).

Телевізійна техніка в метеорній астрономії почала застосовуватися в середині 80-х років ХХ ст. (Голландія та Японія). Завдяки високій точності позиційних вимірювань та можливості реєструвати дрібні метеори, телевізійна техніка зазнала широкого використання в дослідженні космічних подій. Нині в якості приймача випромінювання використовується апаратура на основі ТВ ПЗЗ-камер – апаратура має більшу роздільну здатність, що стало надзвичайно ефективним при спостереженнях метеорів. Найчастіше у відеосистемах з метою підвищення

чутливості системи використовують електронно-оптичні перетворювачі (далі – ЕОП). Найпоширенішими ПЗЗ-камерами, що використовуються без ЕОП, є Mintron 12V6-EX і Watek 902H2 Ultimate, оскільки мають порівняно високу чутливість і низьку собівартість.

Нині ефективно функціонують такі мережі наглядових станцій, а саме: IMO Video Meteor Network (IMO VMN) – під керівництвом Міжнародної метеорної організації (країни Західної Європи), SonotaCo Network – Японія, Polish Fireball Network (PFN) – Польща), Cameras for Allsky Meteor Surveillance (CAMS) – США та ін.

Нині в метеорній астрономії активно використовується новий підхід – спостереження в радіодіапазоні довжин електромагнітних хвиль з використанням методу прямого розсіювання на метеорних слідах сигналів потужних FM-станцій радіомовлення.

**Мета дослідження** – розглянути принцип дії систематичних спостережень метеорів в радіодіапазоні електромагнітних хвиль з використанням методу прямого розсіювання на метеорних слідах сигналів потужних FM-станцій радіомовлення з можливістю обробки і представлення даних здобувачами освіти спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплоенергетика», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» ННІ ЕАЕ НУБіП України в процесі вивчення фізики.

**Матеріали і методи дослідження.** Безпосередні систематичні спостереження метеорів у радіодіапазоні електромагнітних хвиль з використанням методу прямого розсіювання сигналів на метеорних слідах потужних FM-станцій радіомовлення, які знаходяться за горизонтом, було розпочато в 2010 р. з ініціативи Науково-дослідного інституту «Миколаївська астрономічна обсерваторія» (м. Миколаїв, далі – НДІ «МАО»). Функціонування метеорного апаратурно-програмного комплексу (далі – МАПК) базується на безперервній цілодобовій реєстрації радіосигналів на частоті загоризонтної FM-станції та на автоматичному виявленні сигналів, що відбиваються метеорними слідами. Момент фіксації метеора є основним вимірюваним параметром. НДІ «МАО» було запропоновано та впроваджено

алгоритм визначення частоти Френелівських коливань амплітуди радіосигналу та відповідної швидкості метеороїда.

У 2013 р. НДІ «МАО» суттєво модернізував МАПК – для прийому радіосигналів стали використовувати SDR технологію на базі приймача «DVB-T+DAB+FM» з мікрочіпом RTL2832 та реєструвати сигнал з виходу квадратурного детектора приймача, тобто, сигнал, який не пройшов частотну демодуляцію та характеристики якого повністю відповідають сигналу на несучій частоті [3–6]. Результатом успішних безперервних спостережень метеорних явищ та їхньої автоматичної обробки стало створена мережа радіоспостережень метеорів з базовими 6 приймальними (спостережними) станціями (м. Миколаїв – 3 станції; м. Рівне – 1 станція; м. Львів – 1 станція; м. Глухів – 1 станція).

Характеристики відповідних передавачів (перші чотири позиції) та приймаючих станцій мережі в Україні (5 – 8 позиції) вказано в табл. 2.

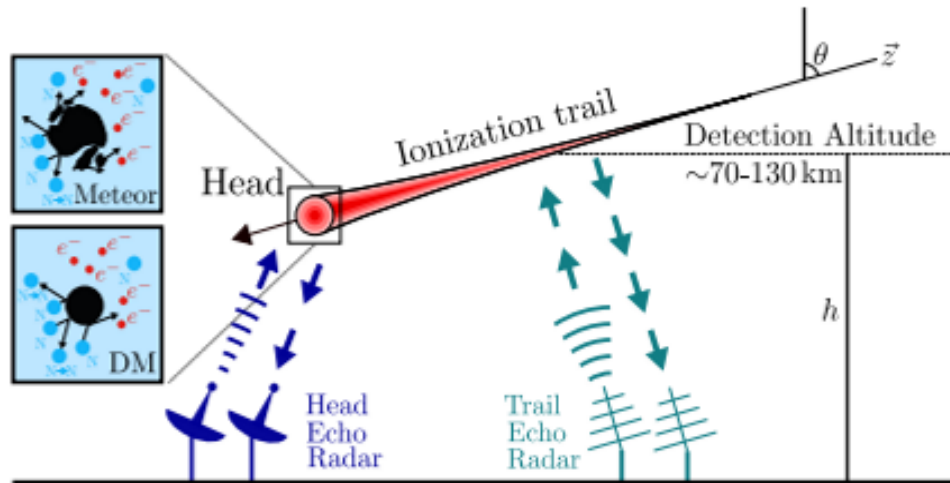
## **2. Характеристики передавачів та приймаючих станцій УМСМ**

| Місцезнаходження      | Широта,<br>п.ш. | Довгота,<br>с.д. | Висота<br>антени, м | Потужність,<br>кВт | Частота,<br>МГц |
|-----------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Кельце (Польща)       | 50°51'36.29"    | 21°02'54.76"     | 697                 | 120                | 88.2            |
| Будапешт (Угорщина)   | 47°29'30.17"    | 18°58'44.00"     | 592                 | 100                | 94.8            |
| Соннеберг (Німеччина) | 50°26'48.29"    | 11°00'15.78"     | 1005                | 100                | 91.7            |
| Стамбул (Туреччина)   | 41°00'58.75"    | 29°03'56.11"     | 384                 | 100                | 88.2            |
| Миколаїв (Україна)    | 46°58'17"       | 31°58'22"        | 65                  | –                  | 88.2            |
| Рівне (Україна)       | 50°37'23"       | 26°14'55"        | 205                 | –                  | 94.8            |
| Львів (Україна)       | 49°50'11"       | 24°00'52"        | 316                 | –                  | 91.7            |
| Глухів (Україна)      | 33°54'56"       | 51°40'43"        | 175                 | –                  | 88.2            |

Принцип роботи МАПК Глухів-Кельце показано на рис. 1.

Здобувачі освіти з'ясовують, що функціонування МАПК базується на безперервному, цілодобовому прийомі сигналів радіомовної FM станції, відбитих від іонізованих метеороїдних слідів, що виникають в атмосфері Землі на висотах 80–100 км. МАПК приймає сигнал FM-станції «Radio Muzyka Fakty Sp. z o.o.», що розташована у м. Кельце (Польща). Випромінювач станції «RMF FM» встановлений на телевізійній вежі «Святий хрест» (висота над рівнем моря 126.5 м; висота встановлення антени передавача 100 м, частота несучого сигналу 88.2 МГц,

потужність випромінюваного сигналу 120 кВт). FM станцію вибрано з урахуванням як азимутально-частотного розподілу шумів в місці розміщення комплексу, так і місць дислокацій, потужностей та частот випромінювання станцій передавачів і радіочастот.



**Рис. 1. Принцип функціонування МАПК Глухів-Кельце**

Кожна з зазначених станцій проводить цілодобову автоматичну обробку даних спостережень з автоматичною розсилкою на електронні пошти даних про кількість зареєстрованих метеорних явищ з часовою покадровкою. У кінці кожного місяця отримані дані кожної станції щодо кількості метеорів розміщуються на сайті RMOB (Radio Meteor Observation Bulletin).

Нині готується до запуску сьома приймальна станція в м. Кисві (студентське містечко НУБіП України), яка за прогнозами має переведена в робочий режим до кінця 2024 р.

У процесі вивчення дисципліни Фізика здобувачами освіти спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплоенергетика», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» ННІ ЕАЕ, а саме в розрізі тем «Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Плоскі та сферичні, поперечні та поздовжні хвилі. Інтерференція та дифракція хвиль», «Електромагнітні хвилі, їх утворення та поширення. Висновки з теорії Максвелла, досліди Герца. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Принципи радіотелефонного зв'язку. Радіомовлення та телебачення» студенти ознайомлюються з фізичними основами роботи МАПК, а також проводять

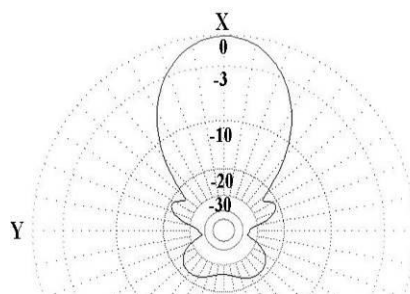
статистичну обробку даних, отриманих за результатами роботи станції Глухів – Кельце, до організації роботи якої в 2019 р. автор статті мав безпосереднє відношення. Так, упродовж 2019-2022 рр. МАПК (Глухів) фактично відслідковував метеорні вторгнення в коридорі довжиною 960 км між м. Глухів (Україна) до м. Кельце (Польща) на частоті 88.2 МГц. Уточнимо, що перші чотири радіотраси мають такі характеристики: Кельце – Миколаїв, частота 88.2 МГц, довжина 910 км; Стамбул – Миколаїв, частота 88.2 МГц, довжина 700 км; Соннеберг (Німеччина) – Львів, частота 91.7 МГц, довжина 900 км; Будапешт – Рівне, частота 94.8 МГц, довжина 635 км).

Складниками МАПК є програмно керований приймач Realtek RTL2832U; направлена антена типу Ягі-Уда з діапазоном частот 88–108 МГц; програмне забезпечення для керування приймачем та збереження інформації; встановлений інтерпретатор мови програмування Python 3.4 з бібліотеками numpy, matplotlib, wave; програми обробки отриманих з ефіру масивів даних, розроблені на мові програмування Python.

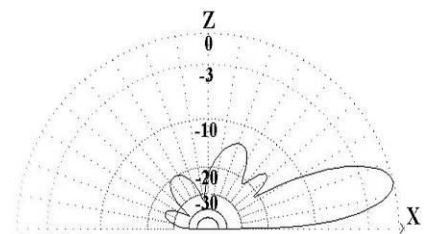
Для прийому сигналу використовується антена типу «хвильовий канал» з вісьмома елементами (рис. 2). Коефіцієнти підсилення антени 13.2 дБ. Ширина діаграми спрямованості складає в горизонтальній площині –  $40^\circ$ , вертикальній –  $20^\circ$ , за рівнем – 3 дБ. Придушення заднього пелюстка – 20 дБ. Вертикальний кут (кут місця) максимуму головного пелюстка діаграми –  $15^\circ$  [10].



(a)



(б)

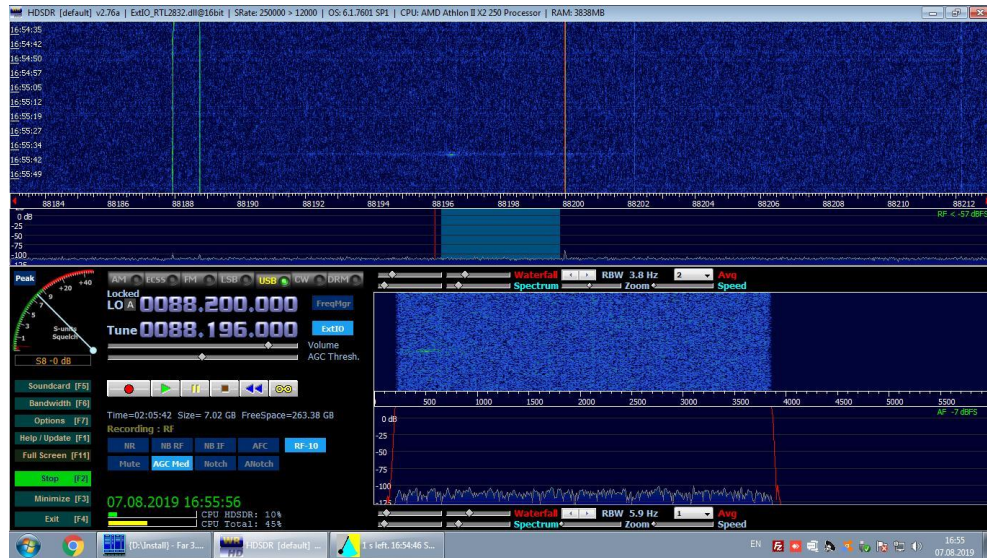


(в)

**Рис. 2. Приймальна антена МАПК (а) та її розрахункова діаграма спрямованості в горизонтальній (б) і вертикальній (в) площинах. Значення діаграми спрямованості - в дБ, крок змінювання кута -  $10^\circ$**

Вхідною інформацією для пошуку сигналів є сигнал, що не пройшов FM-демодуляцію (із виходу квадратурного детектора приймача), тобто, сигнал, характеристики якого відповідають сигналу на несучій частоті. При використанні такого сигналу визначається амплітуда та доплерівський зсув частоти сигналу в результаті відновлення несучої за відомим модуляційним сигналом (неможливо для сигналу, який пройшов FM-демодуляцію). У випадку невідомого модуляційного сигналу, беручи до уваги стійкість частотної модуляції до амплітудних спотворень сигналу, можливе одночасне визначення модуляційного сигналу та відновлення несучої. Фактично можливе визначення параметрів Френелівських коливань амплітуди радіосигналу, обумовлених інтерференцією на метеороїдному сліду, що уможлиблює оцінку швидкості метеороїда за однопозиційними спостереженнями. Таким чином, значення амплітуди відновленої несучої на вході приймача дають прекрасну можливість оцінити масу метеороїда за відомими значеннями потужності випромінювання FM-станції та характеристиками діаграм спрямованості антен передавача й приймача. При цьому залишається можливість багатопозиційного визначення координат метеороїда методом мультилатерації при вирішенні проблем синхронізації спостережень географічно рознесеними приймальними станціями і забезпечення стабільності та ідентичності амплітудно-фазових характеристик їхніх приймачів.

Здобувачі освіти зазначених спеціальностей знайомляться з програмою реєстрації радіосигналів HDSDR, інтерфейс якої показано на рис. 3. Програма формує записи амплітуд квадратурних каналів приймача у вигляді wav-файлів та файли зображень амплітудно-частотно-часової розгортки для цілодобового моніторингу метеорної активності (спектр аналізу становить 250 кГц–3.2 МГц, що значно більше за ширину спектру FM-сигналу, яка не перевищує 75 кГц).



**Рис. 3. Інтерфейс програми HSDR МАПК з моментом реєстрації метеора**

**Результати дослідження та їх обговорення.** Використовуючи зведені таблиці даних (погодинний розподіл подій в межах доби / тижня / місяця – рис. 4), здобувачі освіти будують в таблицях Excel зведені графіки.

4\_Метеори\_Травень\_2021\_Листопад2021.xlsx - Microsoft Excel

ФайлГлавнаяВставкаРазметка страницыФормулыДанныеРецензированиеВид

ОбщийЧисло

Условное форматированиеСтили

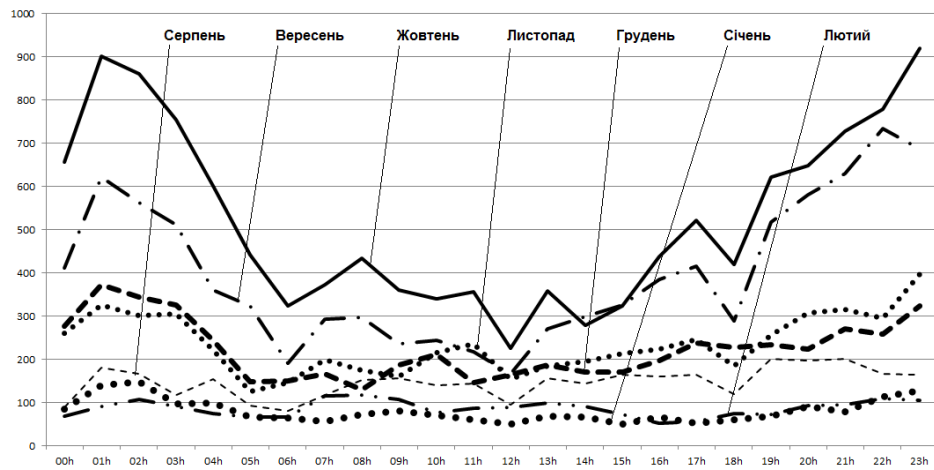
ВставитьУдалитьФорматЯчейки

Сортировка и фильтрНайти и выделить

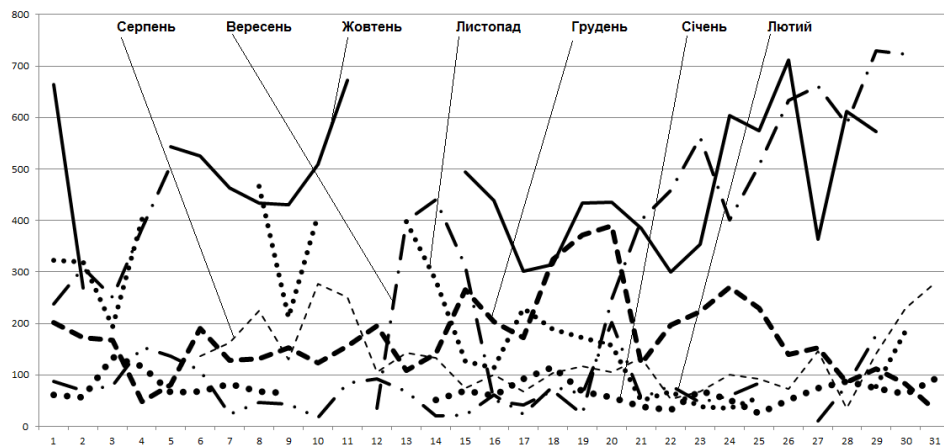
Буфер обменаШрифтВыравнивание

|     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| K28 |  |  |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

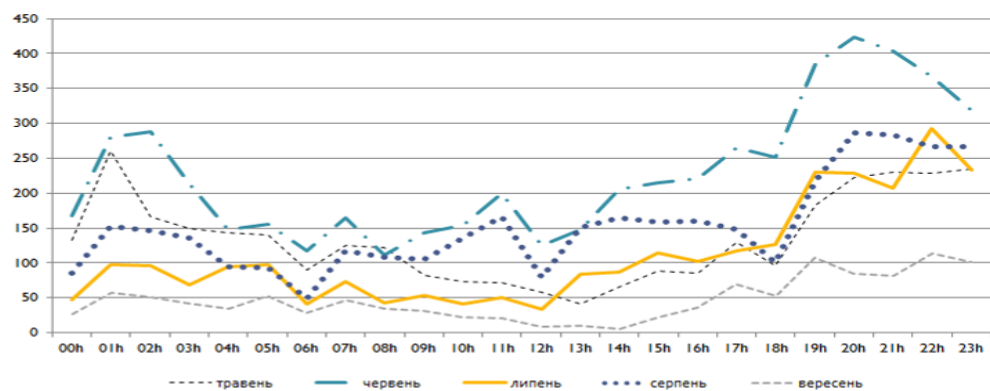
**Рис. 4. Погодинний розподіл подій в межах доби / тижня / місяця, отриманий автоматичною розсилкою програми**



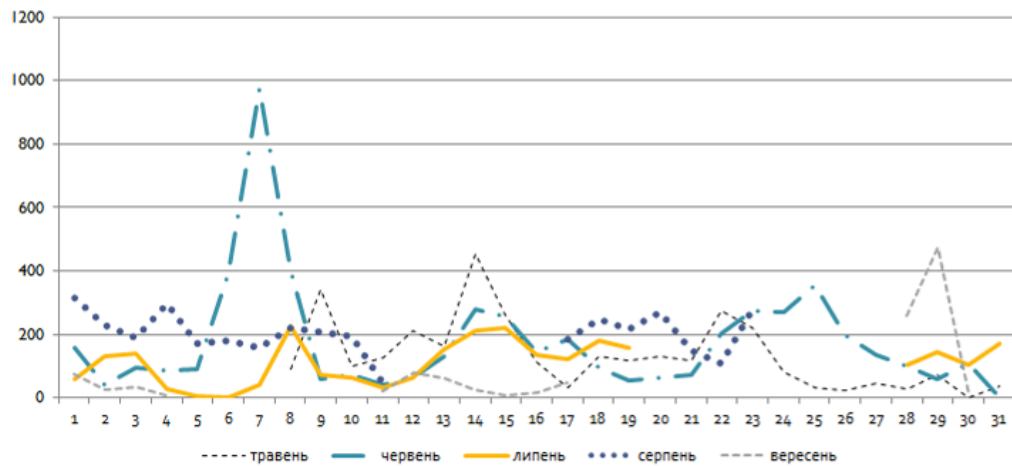
**Рис. 5. Діаграма розподілу кількості вторгнень за годинаю доби.  
08.2019 р. – 02.2020 р.**



**Рис. 6. Діаграма розподілу кількості вторгнень за днем місяця.  
08.2019 р. – 02.2020 р.**



**Рис. 7. Діаграма розподілу кількості вторгнень за годинаю доби.  
05.2020 р. – 09.2020 р.**



**Рис. 8. Діаграма розподілу кількості вторгнень за днем місяця.  
05.2020 р. – 09.2020 р.**

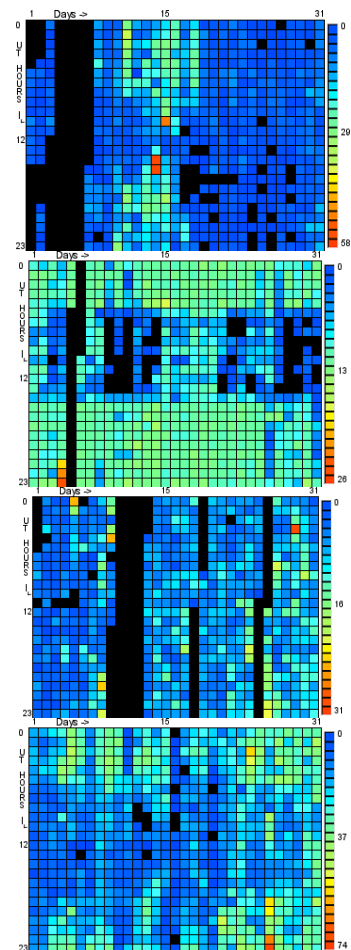
Дані спостережень щомісячно представляються у вигляді колограм на сайті міжнародного проєкту RMOB (англ. – Radio Meteor Observing Bulletin, <https://www.rmob.org/index.php> (рис. 8)).

Observer : ri\_nao  
This datas in Text Format for  
Colorgramme On Line

Observer : ri\_nao-amc  
This datas in Text Format for  
Colorgramme On Line

Observer : ua-lviv-polytechnic-obs  
This datas in Text Format for  
Colorgramme On Line

Observer : ua-rivne-man-space  
This datas in Text Format for  
Colorgramme On Line



**Рис. 9. Колограми спостережень радіовідлунь від іонізованих метеороїдних слідів, представлених на сайті RMOB**

**Висновки і перспективи.** Історично Україна була і залишається навіть в умовах війни великим науковим центром розвитку метеорної астрономії, що підтверджується величезною кількістю фактів про фізику метеорних явищ, про властивості атмосфери Землі, про природу комет і астероїдів, встановленими вітчизняними та закордонними фахівцями в галузі астрономії. Накопичені українською метеорною спостережною мережею факти космічних подій нині систематично залучаються в програму вивчення фізики в ННІ ЕАЕ НУБіП України, оскільки є потужним науковим інструментом у вивченні природи тіл Сонячної системи і Землі.

### **Список використаних джерел**

1. Zhilyaev B.E., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Pokhvala S.M., Verlyuk I.A. The physics of space intrusions. Astronomical School's Report. 2020. Vol. 16, Iss. 1. P. 8–15.
2. Бушуев, Ф. И., Калюжный, Н. А., Сливинский, А. П., Шульга, А. В. (2011). Использование сигналов вещательных FM-станций для исследований численности метеоров. Космічна наука і технологія, Т.17, № 3, С. 72–82.
3. Бушуев Ф.И., Калюжный М.П., Куліченко М.О., Шульга О.В., Малиновський Є.В., Савчук С.Г., Янків-Вітковська Л.М., Грудинін Б.О. Становлення та розвиток Української мережі радіоспостережень метеорів. Космічна наука і технологія. 2021. №3. С. 85–92.
4. Бушуев, Ф.И., Калюжный, М.П., Куліченко, М.О., Шульга, О.В., Малиновський, Є.В., Савчук, С.Г., Янків-Вітковська, Л.М., Грудинін, Б.О. (2021). Становлення та розвиток Української мережі радіоспостережень метеорів. Космічна наука і технологія, №3, С. 85–92.
5. Вовк В. С., Калюжный Н. А., Козырев Е. С., Шульга А. В. Автоматическая обработка сигналов при наблюдении метеоров методом загоризонтного зондирования. Вісник астрономічної школи. 2012. № 2. С. 166–170.
6. Голубаєв, О.В., Горбаньов, Ю.М., Шульга, О.В., Андрєєв, О.А., Бушуєв, Ф.І., Відьмаченко, А.П., Грудинін, Б.О., Жиляєв, Б.Ю., Калюжный, М.П., Козак, П.М., Куліченко, М.О., Малиновський, Є.В., Мозгова, А.М., Савчук, С.Г., Стеклов, О.Ф., Сумарук, Ю.П. (2022). Створення Української метеорної спостережної мережі: інструменти, методи обробки, спостережні можливості. Космічна наука і технологія, Т.28, №4, 2022, С. 39–70.
7. Кручиненко В. Г. Математико-фізичний аналіз метеорного явища. Київ. 2012. 294 с.
8. Кручиненко В., Чурюмов К., Мозгова А. Фізика Челябінського боліду. Вісник Астрономічної школи. Т. 9. № 1. 2013. С. 43–47 URL: [http://astro.nau.edu.ua/papers/AstSR\\_2013\\_Vol\\_9\\_Iss\\_1\\_P\\_43.pdf](http://astro.nau.edu.ua/papers/AstSR_2013_Vol_9_Iss_1_P_43.pdf) (дата звернення 20.04.2019 р.).

## **References**

1. Zhilyaev B.E., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Pokhvala S.M., Verlyuk I.A. The physics of space intrusions. Astronomical School's Report. 2020. Vol. 16, Iss. 1. P. 8–15.
2. Bushuev, F. Y., Kaliuzhnyi, N. A., Slyvynskiy, A. P., Shulha, A. V. (2011). Yspolzovanye syhnalov veshchatelnykh FM-stantsyi dlia yssledovanyi chyslennosti meteorov [Using FM broadcast signals for meteor abundance studies] . Kosmichna nauka i tekhnolohiia, T.17, № 3, S. 72–82.
3. Bushuiev F.I., Kaliuzhnyi M.P., Kulichenko M.O., Shulha O.V., Malynovskyi Ye.V., Savchuk S.H., Yankiv-Vitkovska L.M., Hrudynin B.O. (2021). Stanovlennia ta rozvytok Ukrainskoi merezhi radiosposterezhen meteoriv [Formation and development of the Ukrainian network of radio observations of meteors]. Kosmichna nauka i tekhnolohiia. 2021. №3. S. 85–92.
4. Bushuiev, F.I., Kaliuzhnyi, M.P., Kulichenko, M.O., Shulha, O.V., Malynovskyi, Ye.V., Savchuk, S.H., Yankiv-Vitkovska, L.M., Hrudynin, B.O. (2021). Stanovlennia ta rozvytok Ukrainskoi merezhi radiosposterezhen meteoriv [Formation and development of the Ukrainian network of radio observations of meteors]. Kosmichna nauka i tekhnolohiia, №3, S. 85–92.
5. Vovk V. S., Kaliuzhnyi N. A., Kozыrev E. S., Shulha A. V. Avtomatycheskaia obrabotka syhnalov pry nabliudenyi meteorov metodom zahoryzontnoho zondirovanyia [Automatic signal processing when observing meteors using the over-the-horizon sounding method]. Visnyk astronomichnoi shkoly. 2012. № 2. S. 166–170.
6. Holubaiev, O.V., Horbanov, Yu.M., Shulha, O.V., Andrieiev, O.A., Bushuiev, F.I., Vidmachenko, A.P., Hrudynin, B.O., Zhyliaiev, B.Iu., Kaliuzhnyi, M.P., Kozak, P.M., Kulichenko, M.O., Malynovskyi, Ye.V., Mozghova, A.M., Savchuk, S.H., Stieklov, O.F., Sumaruk, Yu.P. (2022). Stvorennia Ukrainskoi meteornoї sposterezhnoi merezhi: instrumenty, metody obrobky, sposterezhni mozhlyvosti [Creation of the Ukrainian meteor observation network: tools, processing methods, observation capabilities]. Kosmichna nauka i tekhnolohiia, T.28, №4, 2022, S. 39–70.
7. Kruchynenko V. H. Matematyko-fizychnyi analiz meteornoho yavyscha [Mathematical and physical analysis of the meteor phenomenon]. Kyiv. 2012. 294 s. 3
8. Kruchynenko V., Churiumov K., Mozghova A. Fizyka Cheliabinskoho bolidu [Physics of the Chelyabinsk bolide]. Visnyk Astronomichnoi shkoly. T. 9. № 1. 2013. S. 43–47 URL: [http://astro.nau.edu.ua/papers/AstSR\\_2013\\_Vol\\_9\\_Iss\\_1\\_P\\_43.pdf](http://astro.nau.edu.ua/papers/AstSR_2013_Vol_9_Iss_1_P_43.pdf) (data zvernennia 20.04.2019 r.).

## **USE OF THE RESULTS OF THE WORK OF THE UKRAINIAN METEOR NETWORK IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS TO STUDENTS OF THE EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC INSTITUTE OF ENERGY, AUTOMATION AND ENERGY SAVING RULES OF UKRAINE**

**B. Hrudynin**

**Abstract.** *Features of meteor fixation methods are presented by organizing a network of corresponding observation points - permanently operating observation stations located on the territory of Ukraine with appropriate technical and software support for conducting basic and one-way observations of meteors in the radio range of electromagnetic wavelengths. This contributes to solving the strategic problems of meteor*

research, the structure and evolution of meteor showers and streams, the interaction of meteoroids with the Earth's atmosphere and their chemical composition. Scientific and technical products of observation stations are the results of high-precision basic or one-sided observations of meteors in the radio range of electromagnetic wavelengths, fundamental and applied scientific and technical research.

The purpose of the study is to consider the principle of operation of the Ukrainian meteor observation network, a separate meteor hardware and software complex for observing meteors in the radio range of electromagnetic waves using the method of direct scattering on meteor trails of signals from powerful FM radio broadcasting stations with the possibility of further processing and presentation of data by students of specialties 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics", 144 "Thermal power engineering", 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics" of the Educational and Scientific Institute of Energy, Automation and Energy Saving of NULES of Ukraine in the process of studying physics.

Processing of experimental data was carried out by students of the specified specialties under the guidance of the author while studying physics.

The results of statistical data processing of meteor invasions and their graphic representation by students of the specified specialties in the process of mastering physics are described.

Prospects - putting into operation by the end of 2024 the seventh receiving station in the city of Kyiv (student campus of NULES of Ukraine) - the seventh meteor hardware and software complex, as a component of the Ukrainian meteor observation network.

**Key words:** meteor, meteor stream, Ukrainian meteor observation network, meteor hardware and software complex