

**Технічні науки**

УДК 004.932.2

**Марин С.В.**

магістрант

Львівський національний університет

"Львівська політехніка"

**Мельник Р. А.**

доктор технічних наук, професор

кафедри програмного забезпечення

Львівський національний університет

"Львівська політехніка"

**Марын С.В.**

магістрант

Львовский национальный университет

"Львовская политехника"

**Мельник Р. А.**

доктор технических наук, профессор

кафедры программного обеспечения

Львовский национальный университет

"Львовская политехника"

**Maryn S.V.**

student

L'viv National University "L'viv Polytechnic"

**Melnyk R.A.**

Doctor of Engineering, Professor,

Professor of Software Department

L'viv National University "L'viv Polytechnic"

**АНАЛІЗ ХМАРНОСТІ КРАЇН ЄВРОПИ ЗА КОНЦЕНТРАЦІЄЮ  
КОЛЬОРІВ НА СУПУТНИКОВИХ КАРТАХ**

**АНАЛИЗ ОБЛАЧНОСТИ СТРАН ЕВРОПЫ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ  
ЦВЕТОВ НА СПУТНИКОВЫХ КАРТАХ**

**ANALYSIS OF CLOUDINESS IN EUROPE COUNTRIES BY COLORS  
CONCENTRATION ON SATELLITE MAPS**

**Анотація:** Наведена методика аналізу супутникових карт хмарності за допомогою визначення кількісних показників кольору, зокрема концентрації. Наведено кількість результати змін хмарності в часі.

**Ключові слова:** хмарність, супутникові карти, зображення, концентрація, маса хмари, центр маси хмар, периметр кольору, площа кольору.

**Аннотация:** Приведенная методика анализа спутниковых карт облачности с помощью определения количественных показателей цвета, в частности концентрации. Приведено количество результаты изменений облачности во времени.

**Ключевые слова:** облачность, спутниковые карты, изображения, концентрация, масса облака, центр массы облаков, периметр цвета, площадь цвета.

**Summary:** A method analysis of satellite cloud maps by defining quantitative indicators of color, in particular concentration. An amount of cloudiness results change over time.

**Key words:** cloudy, satellite maps, images, concentration, mass cloud center of mass of clouds, perimeter color, area color, cloudiness, satellite maps, images, concentration, mass cloud center of mass of clouds, perimeter color, area color.

Спостереження за допомогою інструментів, встановлених на метеорологічних супутниках, широко використовуються при аналізі погоди. [1] Інтерпретація супутникових карт вкрай важлива для розуміння погодних умов та їх змін. [2]

Аналіз супутникових карт дозволяє визначити місце розташування грозових осередків, ураганів, фронтів, туманів, хмарності. Явища погоди

змінюються за часом і простором, тому для їх аналізу застосовуються серії з карт (анімований ряд), що дозволяють передбачити подальший поведінку і переміщення явищ протягом короткого проміжку часу.[3-4]

Супутникове зображення Європи:

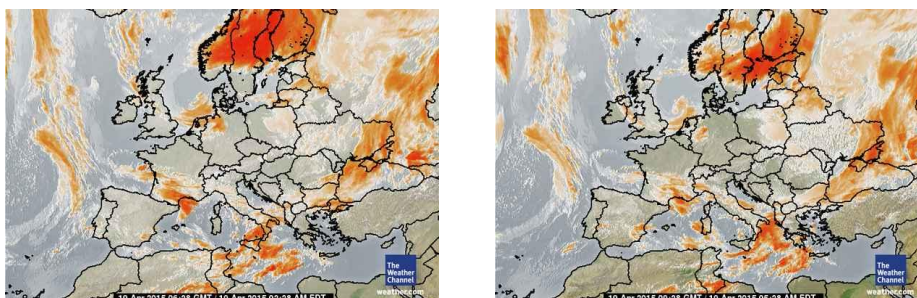


Рис. 1 – Приклади супутникових зображень хмарності

Для визначення кількісних ознак хмарності для однієї країни необхідно на карті Європи знайти координати її пікселів. Для пошуку координат кожної із країн використаємо зображення із розфарбованими країнами у різні кольори.

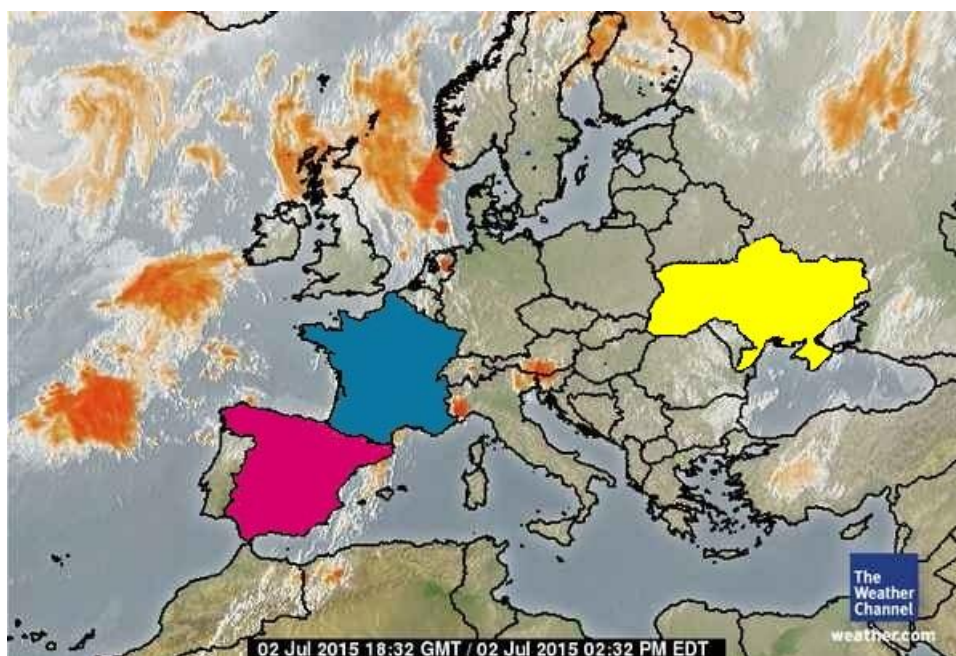


Рис. 2 – Приклад супутникового зображення хмарності із виділеними країнами

Для дослідження були виділені наступні країни та їх унікальні ідентифікатор у вигляді RGB моделі:

- Україна: RGB (255, 255,1)
- Франція: RGB (10, 119, 162)
- Іспанія: RGB (215, 0, 106)

Для визначення кількісних ознак хмарності на наведених картах визначено декілька діапазонів кольорів, які являють собою хмарність різних видів і структури. Хмари представлені відтінками сірого та оранжевого в таких діапазонах, що мають верхню та нижню границі:

- сірий : (R250, G250, B250 - R214, G214, B214 ), (R214, G214, B214 - R180, G180, B180)
- темно-оранжевий : (R250, G140, B90 - R150, G10, B10)
- світло-оранжевий: (R224, G203, B155 - R179, G130, B80), (R250, G240, B190 - R200, G170, B155).

Застосовуючи певні алгоритми обробки зображення, можна проаналізувати зростання або зменшення мас хмар, їх переміщення у часі та просторі. Для визначення ознак спочатку зображення розбивається на прямокутні ділянки, в яких вираховуються площі хмар кожного з кольорів, периметр цих кольорів, відповідно знаходиться центри мас на основі отриманих площ, і концентрація кольору.

### **1. Знаходження матриці координат пікселів країн Європи**

Для знаходження матриці координат пікселів країн Європи необхідно здійснити перебір усіх пікселів. Якщо колір пікселя відповідає кольору будь якої країни, то запам'ятовуємо координати цього пікселя у відповідному масиві точок. Якщо піксель не належить до жодної із країн, то ми запам'ятовуємо його у іншій структурі для подальшого аналізу.

$$data[Countries.Color][i++] = Image.Pixels[n].XY \quad (1)$$

де *Image* зображення, *Countries* – це масив кольорових ключів країн, *data* – контейнер для зберігання матриці координат пікселів

## 2. Знаходження площ хмар

У циклі відбувається перебір усіх пікселів у матриці країни. Якщо колір пікселя входить у один із еталонних діапазонів хмарності, то запам'ятовуємо координати цього пікселя у відповідному масиві точок для даного діапазону у даній країні для даного зображення із серії. Загальна кількість пікселів є площею (2).

$$\begin{aligned} & \text{if } (Color(p(x, y)) \in D_i) \\ & \text{then } inc(S_i), \end{aligned} \quad (2)$$

де  $D$  – і-діапазон кольору,  $S_i$  – площа хмари зображення з і-діапазону.

## 3. Знаходження периметру хмар

Застосовується модифікація алгоритму edge-пошуку. У циклі відбувається перебір усіх пікселів у матриці країни, що належать вже визначеній площі хмари даного діапазону, якщо сусідній піксель не належить до даного діапазону, то цей піксель є у масиві точок периметру. (Рис.3)

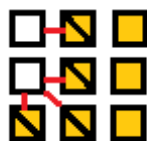


Рис. 3 – Пошук периметра кольору

Далі при розрахунках застосовується кількість пікселів у периметрі.

## 4. Знаходження зміни маси хмар у часі

Після знаходження площі кольорів для кожного діапазону всіх зображень серії, множимо кількість пікселів кожного діапазону на умовну вагу. Тобто, для темно-оранжевого діапазону : (R250, G140, B90 - R150, G10, B10) умовна маса 1 пікселя буде рівна 1, для світло-оранжевого (R224, G203, B155 - R179, G130, B80) вона буде становити 0.8.



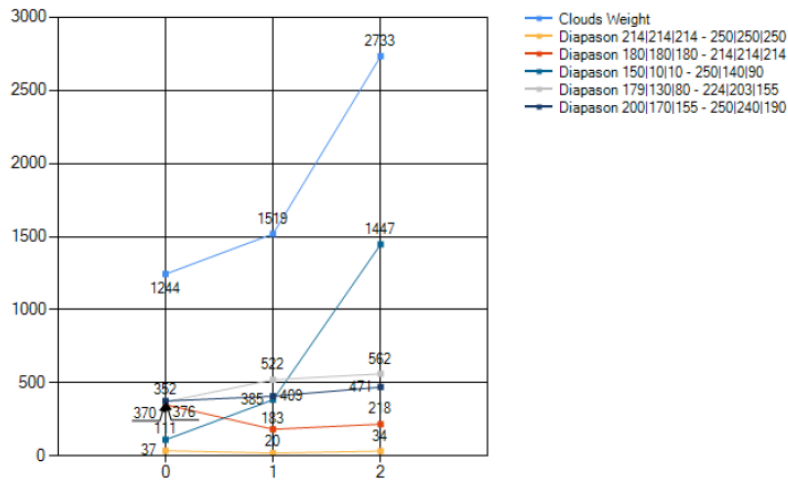


Рис. 4 – Зміна мас хмар у часі

### 5. Знаходження центрів мас

Для знаходження центрів мас хмар певного кольору необхідні координати пікселів, що входять в площа даного кольору, вираховується центр мас за формулою (3):

$$x_i = \frac{\sum_j^n x_j}{n}, \quad y_i = \frac{\sum_j^n y_j}{n}, \quad (3)$$

де  $x_i, y_i$  – координати центру мас  $i$ -ого діапазону у частині зображення,  $n$  – кількість пікселів  $i$ -ого діапазону кольору. За допомогою центрів мас, можна визначити рух хмар в часі. Наприклад наведені 5 послідовних зображень, стрілками продемонстровано як рухаються центри хмар, що представлені кольором діапазону (R250, G140, B90 - R150, G10, B10) для 4х частин зображення (Рис.7):

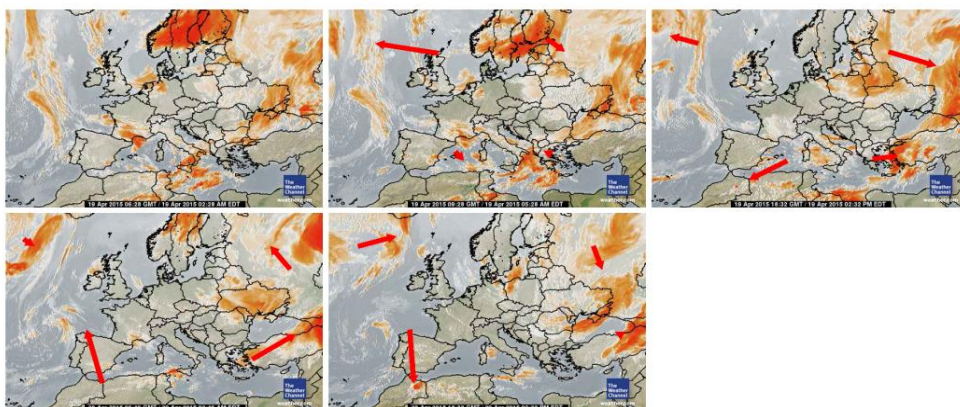


Рис. 5 – Переміщення хмар у часі

## 6. Знаходження переміщень центрів мас хмар у часі

Для знаходження переміщень центрів мас хмар у часі необхідні дані про центри мас діапазонів у кожній частині зображення, та умовної ваги даного діапазону. Для дослідження необхідно, щоб серія складалася більше ніж із 1 зображення. Для кожної частинки зображень серії необхідно отримати дані центр мас для кожного діапазону. За початковий центр мас беремо центр маси першого зображення. Далі, беремо наступні зображення і порівнюємо умовні маси координат. Наприклад, якщо координати першого центра мас були  $x=100$ ,  $y = 100$ , умовна маса 1, а координати другого центра мас другого зображення  $x= 200$ ,  $y = 200$ , умовна маса 0.2 - це координати їх спільного центру мас будуть –  $x=120$ ,  $y = 120$ , умовна маса 1.2. Аналогічні дії потрібно провести для кожної частинки усіх зображень серії.

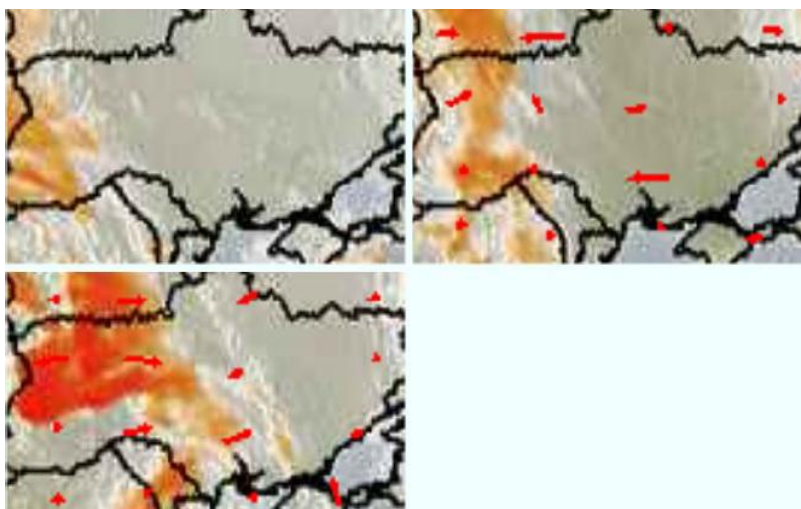


Рис. 6 – Переміщення центрів мас хмар у часі

Запропоновано підхід до аналізу супутникових карт хмарності, що динамічно змінюються у часі. Запропоновано використання площ, периметрів, концентрації, центрів мас, переміщення центрів мас хмар у часі для аналізу супутникових карт. Наведено експериментальні результати проведення такого аналізу.

## **Література**

1. Опыт сверхдолгосрочного прогноза погоды на основе анализа динамических рядов метеорологических параметров. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.rameslab.ru/3/index.php?ELEMENT\\_ID=5](http://www.rameslab.ru/3/index.php?ELEMENT_ID=5)
2. Непрерывный анализ и мониторинг метеорологической ситуации, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://files.fip.rshu.ru/2/doc/1-3.pdf>
3. Satellite Meteorology, лекции [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://cimss.ssec.wisc.edu/satmet/modules/5\\_sat\\_images/si-14.html#tag](http://cimss.ssec.wisc.edu/satmet/modules/5_sat_images/si-14.html#tag)
4. «Спутниковая метеорология», М.А.Герман , Гидрометеиздат, 2007