

# Бинарные коды ВМО и инструменты конвертирования данных wis2box

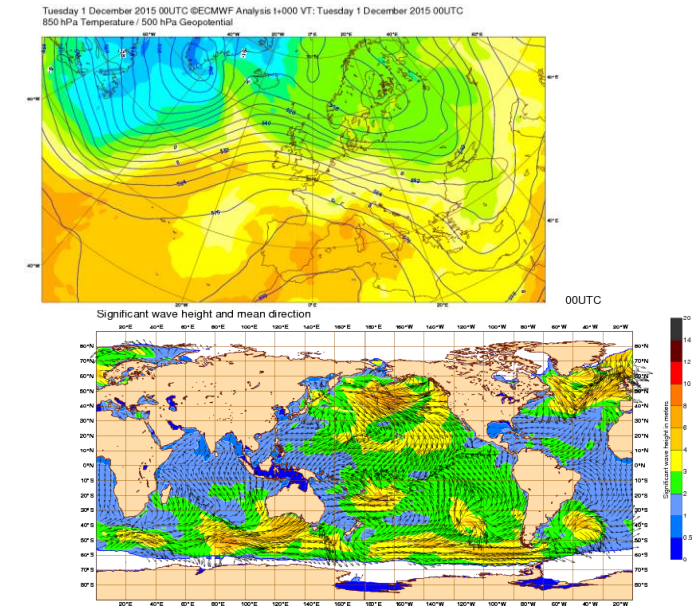
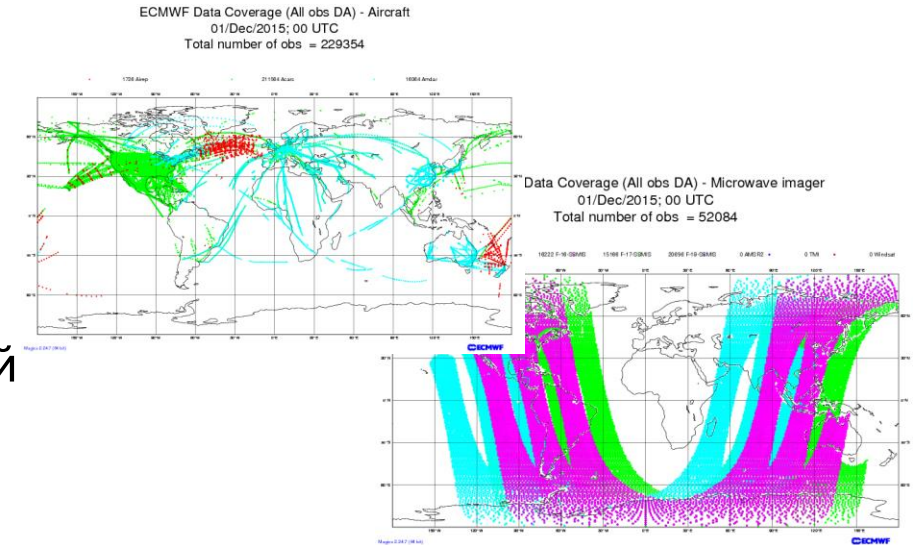
# Бинарные коды WMO

**BUFR** (Binary Universal Form for the Representation of meteorological data)

- Гибкий бинарный формат
- Применяется, в основном, для кодирования наблюдений
- Можно кодировать прогнозы

**GRIB** (General Regularly-distributed Information in Binary form)

- Создан для кодирования численных моделей
- Можно кодировать наблюдения



# Бинарные коды ВМО: BUFR

## Как работает BUFR:

- **BUFR** состоит из **заголовка** и **тела с данными и метаданными**.
- **Дескрипторы BUFR** определяют, как структурированы и закодированы данные в BUFR
- **Встроенная Компрессия** для снижения объема сообщения

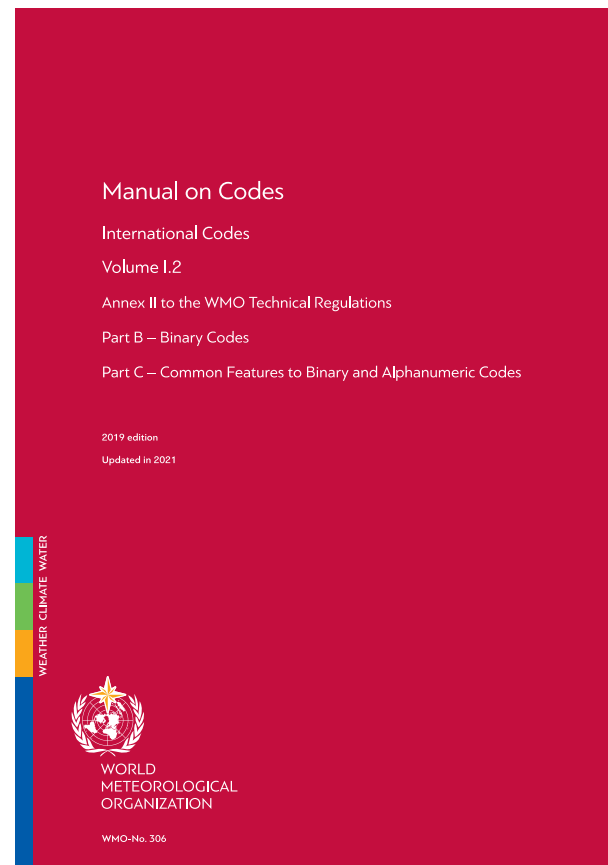
## Таблицы BUFR

Дескрипторы BUFR определены в **Таблицах BUFR (A, B, C и D)**.

- **Таблица B** содержит все **дескрипторы элементов** и их описания.
- **Таблица D** содержит **комбинации дескрипторов** в **предопределенных последовательностях**

**Таблицы BUFR** - это часть **Наставления по кодам ВМО**:

<https://library.wmo.int/idurl/4/35625> новая версия каждые шесть месяцев



рецепт

### SECTION 3

```
301051 004006 007002 010004
012001 011001 011002 011031
011032 011033 020041
```

Содержит список 6-цифрных дескрипторов в виде **F-X-Y → 0-04-006**  
Дескрипторы начинаются с:

**F=0** элементы из **Таблицы В**

**F=1** репликации дескрипторов

**F=2** операции над дескрипторами

**F=3** последовательности из **Таблицы D**

### SECTION 4

```
010010101110101001010101010
10100010001010101010001010100
10100101010010010100101001010
01010101111000010101001001
```

ингредиенты

Содержит данные в виде потока бит

# Бинарные коды ВМО

|                                                                                                                                                                                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 42                                                                                                                                                                                                        | 55 | 46 | 52 | 00 | 00 | DC | 03 | 00 | 00 | 12 | 00 | 00 | 62 | 01 | 80 | 00 | 01 | 0D | 01 | 0C | 0A |
| 1E                                                                                                                                                                                                        | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 34 | 00 | 01 | 01 | 7D | CA | 78 | 00 | 00 | 7E | 95 | 46 | 00 | 4A | 59 | 34 |
| 00                                                                                                                                                                                                        | 39 | 31 | 33 | 33 | 34 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 00 | DC | 78 | 05 |
| 26                                                                                                                                                                                                        | 78 | 03 | 08 | 02 | 00 | 00 | 00 | 46 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 1C | 00 | 00 | 01 | 80 | C7 | 05 | 0D |
| 17                                                                                                                                                                                                        | 0D | 0D | 96 | 00 | 41 | 31 | 1F | 1F | 01 | 1F | 01 | 20 | 41 | 31 | 21 | 07 | 00 | 00 | 00 | 6E | 00 |
| B6                                                                                                                                                                                                        | A7 | 2F | B9 | 4F | 00 | 04 | A5 | 93 | 43 | F4 | AA | 30 | 06 | 4E | 76 | B9 | DB | 9F | 60 | AF | 00 |
| F5                                                                                                                                                                                                        | E9 | DD | 4F | F4 | B0 | 00 | 82 | 16 | 40 | 90 | 55 | 81 | 42 | C1 | FF | FF | F8 | 5F | FF | FF | 0F |
| FF                                                                                                                                                                                                        | FF | FF | FF | FF | FC | 01 | FF | FF | F0 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 03 | 10 | 0C | 68 | D1 | A3 |
| 46                                                                                                                                                                                                        | 8D | 1A | 34 | 68 | D2 | E5 | 4A | 9B | 3E | 34 | 6A | 13 | 63 | 52 | AB | 1A | 35 | 58 | D5 | 6A | 55 |
| AB                                                                                                                                                                                                        | 56 | 34 | 68 | D1 | A3 | 46 | 8D | 1A | 34 | 68 | D1 | A3 | 46 | 8D | 1A | 34 | 60 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| BUFR < b Ä<br>4 } x ~ï F JY4<br>91334 <x<br>&x F Ä«<br>ñ A1 A1! n<br>ðß/π0 ●ì CÙ™ø Nvπ€ü`ø<br>î È>OÜ∞ Ç @éUÄ Bj ˇˇ´ _ ˇ ˇ<br>ˇ ˇ ˇ ˇ ˇ ˇ ˇ ´ ª h-f<br>Fç 4h“ÄJô>4j cR’ 5X’ jU<br>‘V4h- fFç 4h- fFç 4`7777 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|                                                                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 47                                                                         | 52 | 49 | 42 | 00 | 00 | 66 | 01 | 00 | 00 | 1C | 01 | 62 | 01 | FF | 80 | 33 | 6D | 00 | 01 | 06 | 0C |
| 05                                                                         | 0C | 00 | 0C | 00 | C8 | 05 | 00 | 00 | 00 | 15 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 32 | 02 | 2B | 0A | 00 | F8 |
| 01                                                                         | 90 | 80 | 33 | C2 | 00 | 16 | 76 | 88 | 00 | 68 | 1A | 00 | 76 | F2 | 00 | 64 | 00 | 64 | 40 | 00 | 00 |
| 00                                                                         | 00 | 80 | 55 | F0 | 80 | 9C | 40 | 00 | 00 | 00 | 00 | 43 | 3E | B0 | 71 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 0C                                                                         | 08 | 80 | 11 | 3C | 1F | 09 | 7C | 00 | 00 | 37 | 37 | 37 | 37 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| GRIB f b `Ä3m<br>» 2 + -<br>êÄ3¬ và h vÚ d d@<br>ÄU•Äú@ C>∞q<br>Ä < l 7777 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



# Созданы для машин, не людей!



<https://confluence.ecmwf.int/display/ECC/ecCodes+Home>

**ecCodes** ПО, разработанное ЕЦСПП. Предоставляет API и набор инструментов для кодирования и декодирования сообщений в следующих форматах::

- WMO FM-92 **GRIB** [edition 1](#) и [edition 2](#)
- WMO FM-94 **BUFR** [edition 3](#) и [edition 4](#)
- Сокращенные заголовки ГСТ (декодирование)

# ecCodes BUFR tools



<https://confluence.ecmwf.int/display/ECC/BUFR+tools>

**bufr\_dump** (JSON or flat dump of the BUFR content)

**bufr\_filter** (a simple filter to modify and print values)

**bufr\_compare** (to compare two BUFR files)

**bufr\_copy** (selective copy of BUFR messages)

**bufr\_get** (get values from a BUFR file)

**bufr\_set** (set values in a BUFR file)

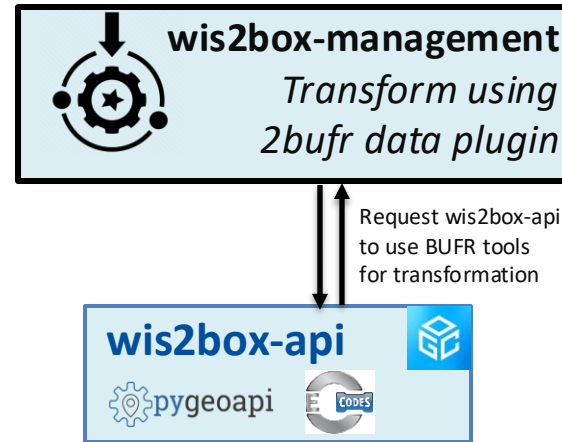
**bufr\_ls** (list the content of the header of BUFR messages in a file)

# BUFR tools in wis2box



‘wis2box-api’ контейнер содержит ecCodes

... и несколько инструментов для работы с BUFR основанных на ecCodes



Инструменты BUFR из wis2box-api доступны отдельно

<https://github.com/World-Meteorological-Organization/csv2bufr>

<https://github.com/World-Meteorological-Organization/synop2bufr>

<https://github.com/World-Meteorological-Organization/bufr2geojson>

# Введение в CSV-to-BUFR

**wis2box имеет встроенный плагин для “конвертирования CSV в BUFR”**

- Позволяет вводить данные в CSV
- Использует шаблоны отображения для конвертации в BUFR

**csv2bufr-transformation из ‘csv2bufr’ может быть использован без wis2box**

<https://github.com/wmo-im/csv2bufr>

Plugin Configuration

Plugin Name

CSV data converted to BUFR

File Extension

CSV

Template

AWS

WIS2 Buckets

Incoming

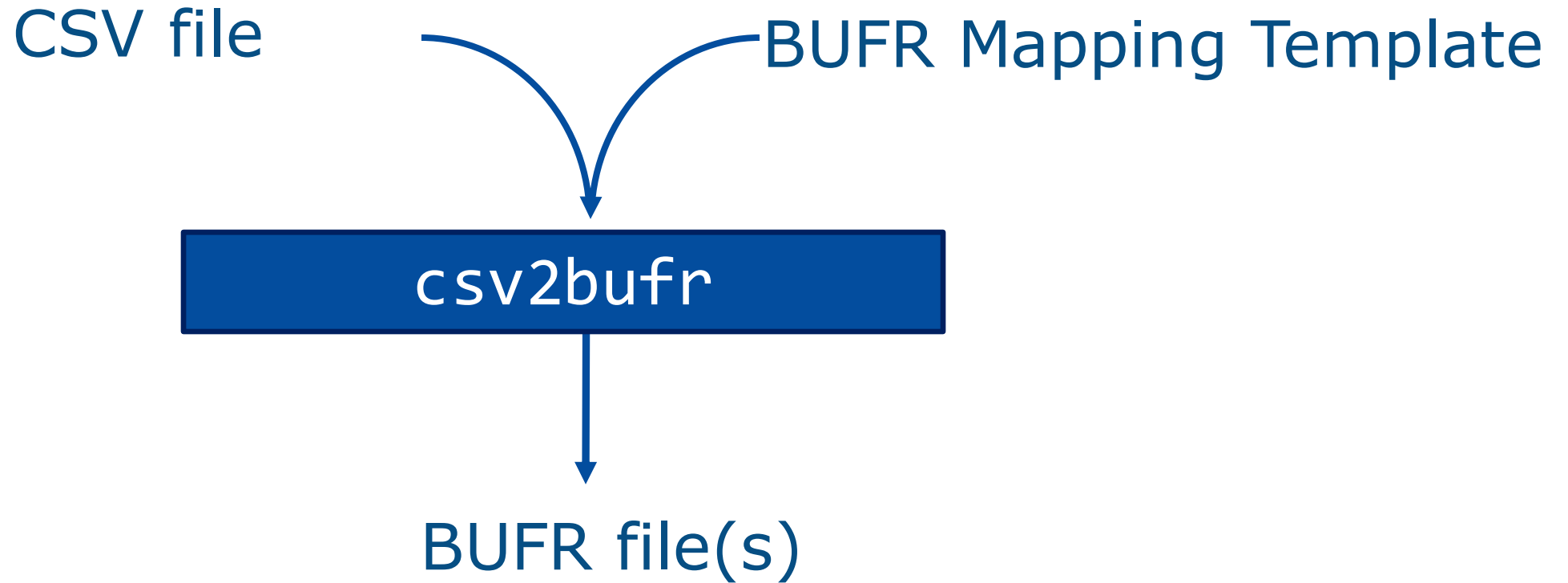
File Pattern (Regex)

.\*\.csv\$

Notify

SAVE

# Ключевые элементы CSV-to-BUFR



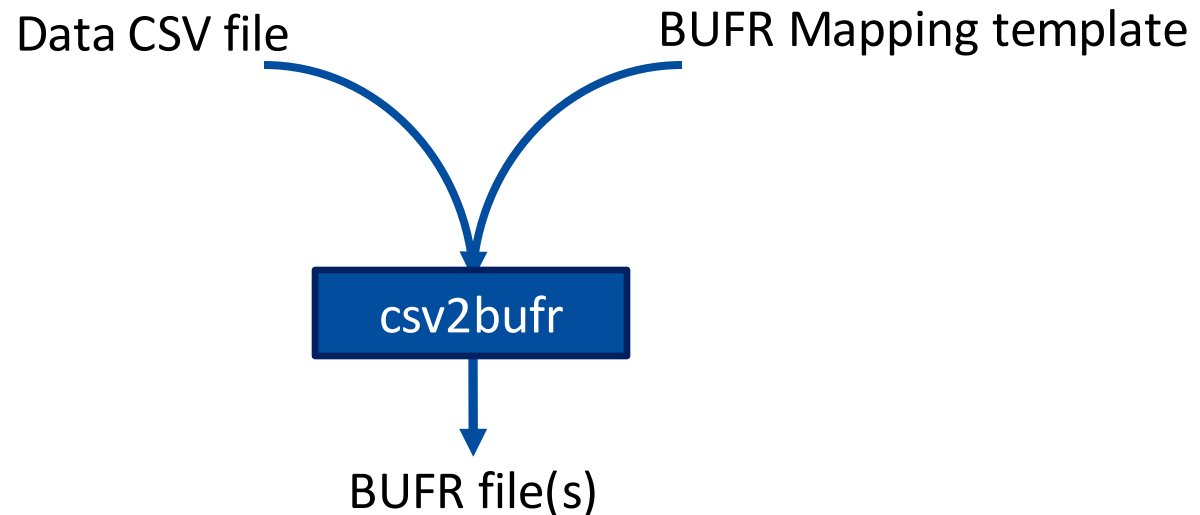
# Шаблон отображения BUFR

**Шаблон:** файл JSON определяющий отображение входного CSV в код исходящего BUFR  
... используя человекочитаемые названия eccodes\_key вместо 6-цифровых кодов BUFR FXXYYY

```
"data": [
```

```
....
```

```
{ "eccodes_key": "#1#nonCoordinatePressure", "value": "data:station_pressure", "valid_min": "const:50000", "valid_max": "const:150000"},  
{ "eccodes_key": "#1#pressureReducedToMeanSeaLevel", "value": "data:msl_pressure", "valid_min": "const:50000", "valid_max": "const:150000"},  
{ "eccodes_key": "#1#nonCoordinateGeopotentialHeight", "value": "data:geopotential_height", "valid_min": "const:-1000", "valid_max": "const:130071"},  
{ "eccodes_key": "#1#heightOfSensorAboveLocalGroundOrDeckOfMarinePlatform", "value": "data:thermometer_height", "valid_min": "const:0", "valid_max": "const:655.35"},  
{ "eccodes_key": "#1#airTemperature", "value": "data:air_temperature", "valid_min": "const:193.15", "valid_max": "const:333.15"},  
... ]
```



# Шаблон отображения BUFR

valid\_min: Minimum tolerable value  
valid\_max: Maximum tolerable value

**csv2bufr** использует 'valid\_min' и 'valid\_max' для контроля ввода: ошибочные значения не будут закодированы

"data": [

....

```
{ "eccodes_key": "#1#nonCoordinatePressure", "value": "data:station_pressure", "valid_min": "const:50000", "valid_max": "const:150000"},  
{ "eccodes_key": "#1#pressureReducedToMeanSeaLevel", "value": "data:msl_pressure", "valid_min": "const:50000", "valid_max": "const:150000"},  
{ "eccodes_key": "#1#nonCoordinateGeopotentialHeight", "value": "data:geopotential_height", "valid_min": "const:-1000", "valid_max": "const:130071"},  
{ "eccodes_key": "#1#heightOfSensorAboveLocalGroundOrDeckOfMarinePlatform", "value": "data:thermometer_height", "valid_min": "const:0", "valid_max": "const:655.35"},  
{ "eccodes_key": "#1#airTemperature", "value": "data:air_temperature", "valid_min": "const:193.15", "valid_max": "const:333.15"},  
... ]
```

Data CSV file

*air\_temperature  
value=29.5*

BUFR Mapping template

csv2bufr

*WARNING: Value (29.5) out of valid range  
(193.15 - 333.15); Element set to missing*

BUFR file(s)

# Шаблон AWS

## Шаблон AWS:

**Стандартизированный формат на базе CSV для ввода данных автоматических станций (Automatic Weather Stations) в соответствии требованиям ГОСН (GBON)**

Формат рассчитан на использование в AWS передающими минимальное количество параметров: давление, температура, влажность, скорость и направление ветра и осадки

Основан на системе СИ без префиксов, например: Ра вместо hPa, Кельвины вместо Цельсиев и т.д.

**Шаблон = AWS в настройке плагинов - это 'aws-template.json' определенный в**

<https://github.com/wmo-im/csv2bufr-templates>

Plugin Configuration

Plugin Name: CSV data converted to BUFR

File Extension: CSV

Template: AWS

WIS2 Buckets: Incoming

File Pattern (Regex): \*.csv\$

Notify: ☒

SAVE

# Шаблон DAYCLI

## Шаблон DAYCLI:

Стандартизованный формат CSV для конвертации ежедневного климата в последовательность BUFR 307075

Формат предназначен для использования с Climate Data Management Systems для публикации данных в WIS2

Требования к ежедневному климату для мониторинга экстремумов

Ежедневные наблюдения:

- Минимума, максимума и средней температуры за 24 часа
- Все осадки за 24 часа
- Глубина снега в момент наблюдения
- Глубина свежего снега за 24 часа

Дополнительные метаданные: способы вычисления средней температуры, датчики и высота станции и т.д.

Шаблон = AWS в конфигурации плагинов - это  
'**daycli-template.json**' определенный в  
<https://github.com/wmo-im/csv2bufr-templates>

### Plugin Configuration

Plugin Name  
CSV data converted to BUFR

File Extension  
CSV

Template  
DayCLI

WIS2 Buckets  
Incoming

File Pattern (Regex)  
.\*\.csv\$

☒ Notify

SAVE

# Основные компоненты SYNOP-to-BUFR

SYNOP FM-12 text file

Station list CSV file

synop2bufr

csv2bufr

pymetdecoder

synop2bufr

<https://github.com/wmo-im/synop2bufr>

csv2bufr

<https://github.com/wmo-im/csv2bufr>

pymetdecoder

<https://github.com/antarctica/pymetdecoder>

UK Research and Innovation (UKRI), 2021, British Antarctic Survey

BUFR file(s)

# Примеры файлов

AAXX = data from fixed  
land station

## FM-12 SYNOP reports

SMR001 YRBK 211200 **YY = 21 of the month**  
**GG = 12 hour of observation**  
**iw = 1 Wind speed obtained from anemometer in m/s**  
AAXX 21121  
15015 02999 02501 10103 21090 39765 42952 57020 60001 333 4/000 55310  
0//// **TSI**  
22591 3//// 60007 91003 91104=  
15020 02997 23104 10130 21075 30177 40377 58020 60001 81041 333 4/000  
55310 **TSI**  
0//// 22547 3//// 60007 91008 91111=

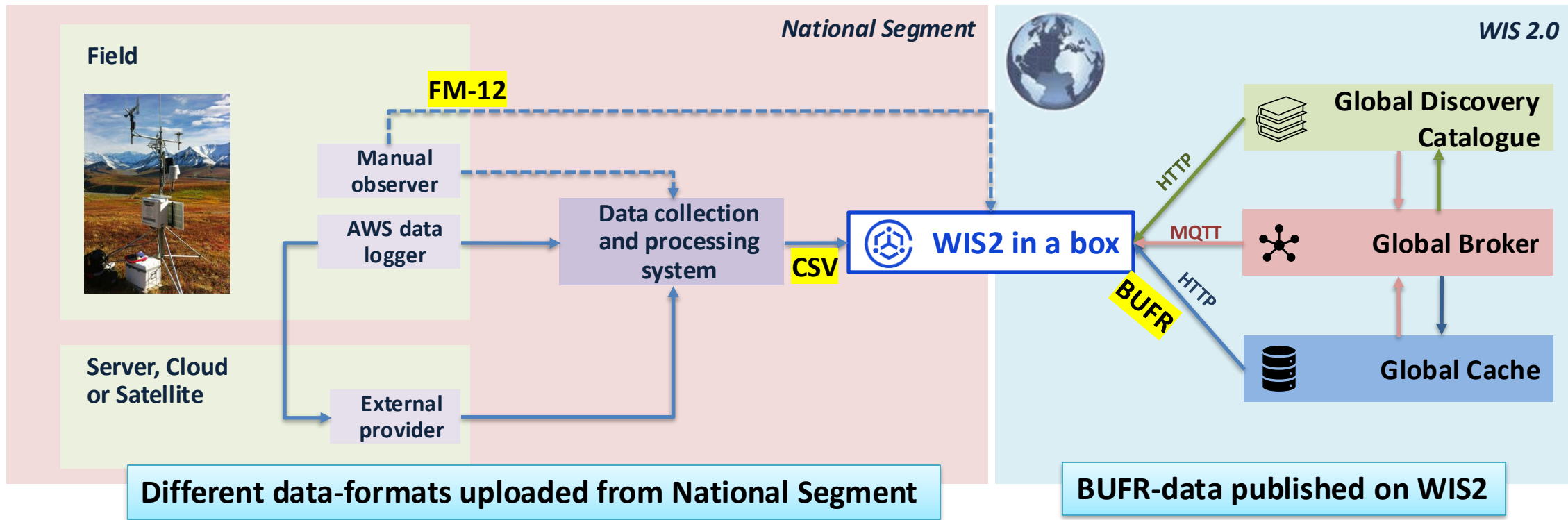
## Station list metadata

| station_name          | wigos_station_identifier | traditional_station_identifier | facility_type | latitude   | longitude  | elevation |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------|------------|------------|-----------|
| OCNA SUGATAG          | 0-20000-0-15015          | 15015                          | Land (fixed)  | 47.7770616 | 23.9404603 | 503       |
| BOTOSANI              | 0-20000-0-15020          | 15020                          | Land (fixed)  | 47.7356532 | 26.6455502 | 161       |
| IASI                  | 0-20000-0-15090          | 15090                          | Land (fixed)  | 47.1633333 | 27.6272222 | 74.29     |
| CEAHLAU TOACA         | 0-20000-0-15108          | 15108                          | Land (fixed)  | 46.97751   | 25.94994   | 1897      |
| CLUJ-NAPOCA           | 0-20000-0-15120          | 15120                          | Land (fixed)  | 46.7777705 | 23.5713053 | 410       |
| BACAU                 | 0-20000-0-15150          | 15150                          | Land (fixed)  | 46.5577778 | 26.8966667 | 174       |
| MIERCUREA CIUC        | 0-20000-0-15170          | 15170                          | Land (fixed)  | 46.3713167 | 25.7726167 | 661       |
| ARAD                  | 0-20000-0-15200          | 15200                          | Land (fixed)  | 46.1335164 | 21.3536215 | 116.59    |
| DEVA                  | 0-20000-0-15230          | 15230                          | Land (fixed)  | 45.864923  | 22.8988062 | 240       |
| SIBIU                 | 0-20000-0-15260          | 15260                          | Land (fixed)  | 45.79018   | 24.036245  | 450       |
| VARFU OMU             | 0-20000-0-15280          | 15280                          | Land (fixed)  | 45.4457928 | 25.456691  | 2504      |
| CARANSEBES            | 0-20000-0-15292          | 15292                          | Land (fixed)  | 45.41667   | 22.22917   | 241       |
| GALATI                | 0-20000-0-15310          | 15310                          | Land (fixed)  | 45.4729181 | 28.0323011 | 69        |
| TULCEA                | 0-20000-0-15335          | 15335                          | Land (fixed)  | 45.1905065 | 28.8241608 | 4.36      |
| RAMNICU VALCEA        | 0-20000-0-15346          | 15346                          | Land (fixed)  | 45.0888211 | 24.3628139 | 237       |
| BUZAU                 | 0-20000-0-15350          | 15350                          | Land (fixed)  | 45.1326633 | 26.8517319 | 97        |
| SULINA                | 0-20000-0-15360          | 15360                          | Land (fixed)  | 45.1623111 | 29.7268286 | 69        |
| DROBETA-TURNU SEVERIN | 0-20000-0-15410          | 15410                          | Land (fixed)  | 44.6264587 | 22.6260737 | 77        |
| BUCURESTI BANEASA     | 0-20000-0-15420          | 15420                          | Land (fixed)  | 44.510433  | 26.0781904 | 90        |

# Плагины данных wis2box

Плагины данных wis2box используют инструменты BUFR для конвертации данных перед публикацией:

- **csv2bufr** позволяет любой системе передавать данные без работы с BUFR
- **synop2bufr** позволяет напрямую вводить сводки в FM-12 synop



# Спасибо

wmo.int



WORLD  
METEOROLOGICAL  
ORGANIZATION

