

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ
ТЕХНОПАРК ДОННТУ «УНІТЕХ»**

**ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ
СИСТЕМИ ТА КОМП'ЮТЕРНИЙ МОНІТОРИНГ
(ІУС КМ - 2014)**



**Збірка матеріалів V Всеукраїнської
науково-технічної конференції студентів,
аспірантів та молодих вчених
*22-23 квітня 2014 р.***

Донецьк, ДонНТУ – 2014

УДК 004

Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг (ІУС КМ - 2014) : V Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 22-23 квітня 2014 р., м. Донецьк : зб. доп. / Донец. націонал. техн. ун-т; редкол. В.А. Світлична. – Донецьк: ДонНТУ, 2014. – в 2 тт. – т.1. - 654 с.

У збірнику опубліковані результати наукових досліджень та технічних розробок у сфері сучасних інформаційних технологій, комп'ютерного моніторингу, штучного інтелекту, моделювання, розробки цифрових пристроїв, експертних систем діагностики, використання методів інтелектуального аналізу даних, Web-технологій.

В сборнике опубликованы результаты научных исследований и технических разработок в области современных информационных технологий, компьютерного мониторинга, искусственного интеллекта, моделирования, разработок цифровых устройств, экспертных систем диагностики, использования методов интеллектуального анализа данных, Web-технологий.

Results of scientific research and development works are published in collected papers in following fields: modern information technologies, computer monitoring, artificial intelligence, simulation, digital device development, diagnostic expert systems, usage of intelligent data analysis methods, Web-technologies.

Редакційна колегія

Башков Є.О., д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ДонНТУ (голова колегії); Анопрієнко О.Я., декан факультету комп'ютерних наук та технологій; Скобцов Ю.О., д.т.н., проф., зав. каф. АСУ; Аверін Г.В., д.т.н., проф., зав. каф. КСМ; Міненко О.С., д.ф-м.н., проф., зав.каф. САМ; Хмільовий С. В., к.т.н., доц. каф. АСУ (заступники голови); Криводубський О.О., к.т.н., заст. декана факультету КНТ із науки; Андрієвська Н.К., ас. каф. АСУ; Васяєва Т.О., к.т.н., ас. каф. АСУ; Волченко О.В., к.т.н., доц., каф. ПОИС; Вороной С.М., к.т.н., доц., каф. СШ; Звягінцева А.В., к.т.н., доц. каф. КСМ; Землянська С.Ю., доц. каф. АСУ; Меркулова К.В., к.т.н., доц. каф. АСУ; Мірошкин О.М., к.т.н., доц. каф. КІ; Назарова І.О., к.т.н., доц., каф. ПМІ; Орлов Ю.К., к.т.н., доц., каф. САиМ; Павлій В.О., к.т.н., доц. каф. ПМІ; Світлична В.А., к.т.н., доц. каф. АСУ; Секірін О.І., к.т.н., доц. каф. АСУ; Ченгар О.В., доц. каф. АСУ.

Адреса редакційної колегії

Україна, 83000, м.Донецьк, вул. Артема 58, навчальний корпус 8, ауд. 601

Веб-адреса конференції: <http://iuskm.donntu.edu.ua>

Е-mail адреса: iuskm@cs.donntu.edu.ua

© Донецький національний технічний університет, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Аноприенко А.Я. Система закономерностей развития средств и методов компьютеринга.....	11
Родригес Залепинос Р.А. Climate Wikience: новые перспективы для научных исследований.....	24
РАЗДЕЛ 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ	31
Барышев В.В., Светличная В.А. Функциональная структура компьютеризированной системы управления транспортными потоками в условиях большого города	33
Зуй К.Б., Светличная В.А., Ченгарь О.В. Разработка диаграммы деятельности с синхронизацией параллельных действий при создании компьютеризированной системы управления проектом.	39
Карпук А.В., Чернышова А.В. Программная система «Личный кабинет врача и пациента»	46
Кириллов П.Ю., Секирин А.И. Система поддержки принятия решений по управлению локомотивом.	50
Киричек О.О., Киричек Г.Г. Експериментальні дослідження з підвищення ефективності виявлення плагіату програмного коду C#. .	55
Кошель А.С., Савкова Е.О. Разработка математической модели плана модернизации медицинского учреждения	62
Маркин Б. С., Чернышова А. В. Использование стеганографических и криптографических средств для защиты видеофайлов	68
Мороз Е.А. Информационная система мониторинга наличия и перемещения грузов в складском помещении.....	73
Сидорова Н.П., Землянская С.Ю. Оптимизация размещения наблюдательных пунктов при мониторинге радиоэлектронной обстановки	78
РАЗДЕЛ 2. КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	85
Бобров И.А., Губенко Н.Е. Анализ структуры бинарного файла 3DS.....	87
Вангельева В.В. Сравнительная оценка озелененности городов Европы на основе данных спутника Landsat 8	95
Василенко А.Д., Шаховская Я.И., Звягинцева А.В. Анализ алгоритмов обработки картографической информации при мониторинге распространения видов.....	100
Гуськова В.Г., Аверин Г.В. Анализ расчета индекса человеческого развития для глобальной оценки развития стран и регионов мира.....	108

Диков А.В., Васяева Т.А. Построение дерева решения для прогнозирования осложнений новорожденных у больных сахарным диабетом	112
Жук Н.М., Звягинцева А.В. Проектирование и моделирование автоматизированной системы анализа метеопказателей.....	117
Криворучко В.А. Об энергетической, конвекционной и стохастической составляющих парникового эффекта	123
Морозов И.В., Родригес Залепинос Р.А. Обзор инструментов обработки данных экологического мониторинга	129
Овечкина Л.С., Секирин А.И. Прогнозирование динамики ценовых индексов на фондовом рынке	134
Сапицкая Д.М., Хмелевой С.В. Прогнозирование количества травм с использованием метода Бокса-Дженкинса	140
Сотников А.Л., Родионов Н.А., Божко А.И. Мониторинг технического состояния механического оборудования	145
Стецюк С.В., Павлий В.А. Концепция моделирования распространения примеси в атмосфере на основе волнового алгоритма.....	150
РАЗДЕЛ 3. КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ	155
Беседа Д.Г., Зинченко Ю.Е. Разработка метода эмуляции работы FPGA-платы с клавиатурой через порт PS/2	157
Бровкина Д.Ю., Кравецкий А.О., Краснокутский В.А. Разработка мобильного робота с реализацией визуального обхода препятствий ...	162
Галдин А.Н., Мирошкин А.Н. Исследование проблемы снижения аппаратурных затрат при реализации микропрограммных устройств управления в fpga-базисе.....	167
Горин Н.А., Струнилин В.Н. Мониторинг температуры средствами микроконтроллера Arduino Uno	174
Диденко Г.С., Краснокутский В.А. Роботизированная система с визуальным наблюдением.....	178
Ковалев А.А., Иваница С.В., Дорожко Л.И. Разработка постбинарного интервального АЛУ для модифицированных форматов чисел с плавающей запятой	182
Колесник С.Е., Цололо С.А. Создание рефлексного робота на базе Arduino и Android	187
Кравецкий А.О., Краснокутский В.А. Варианты реализации системы управления беспроводным объектом с возможностью видеонаблюдения.....	194
Мальчева Р.В., Демьянов Д.В., Горбунов Д.С. Выбор конфигурации системы для удалённого мониторинга и управления компьютерами при помощи windows phone	199
Маргиев Г.Э., Краснокутский В.А. Подключение нестандартных устройств к системе Master SCADA	206

УДК 504.064.36:504.064.37

Р.А. Родригес Залепинос

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра компьютерных систем мониторинга

CLIMATE WIKIENCЕ: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация

Родригес Залепинос Р.А. Climate Wikience: новые перспективы для научных исследований. Выполнен обзор системы Climate Wikience, которая позволяет упростить работу с большими объемами данных мониторинга окружающей природной среды. Описаны основные возможности интерфейса системы и аналитических инструментов. Показан пример использования Climate Wikience для оценки рисков загрязнения атмосферного воздуха над территорией Европы на основе спутниковых данных.

Ключевые слова: *климат, данные повторного анализа, данные дистанционного зондирования Земли, 3D визуализация, среда анализа данных R.*

Постановка проблемы. На сегодняшний день накоплены и продолжают накапливаться колоссальные объемы данных об окружающей природной среде. Данные поступают с более чем 20000 наземных стационарных метеостанций, кораблей, вертикальных атмосферных зондов, полевых наблюдений. В последнее десятилетие существенное развитие получили спутниковые измерения (данные дистанционного зондирования Земли, ДЗЗ). Измерительные приборы собирают данные о состоянии атмосферы, почвы, океана, растительности и других важных элементов окружающей среды [1].

Использование этих данных чрезвычайно затруднено. Причинами являются большие объемы данных и разнообразие их форматов, крайняя сложность организации доступа к ним, разобщенность систем хранения, визуализации и анализа этих данных. Существующая организация работы с этими данными отвлекает от основных целей и очень трудоемка [2].

Цель статьи – провести обзор системы Climate Wikience, существенно облегчающей работу с большими объемами данных геомониторинга, описать ее основные достоинства и продемонстрировать на примерах преимущества работы с Climate Wikience вместо установившейся сегодня практикой организации труда с указанными данными.

Введение. Climate Wikience – это мощный инструмент, который облегчает работу с большими объемами данных геомониторинга (рис. 1). Climate Wikience является бесплатным приложением, которое свободно доступно по адресу <http://wikience.donntu.edu.ua/>

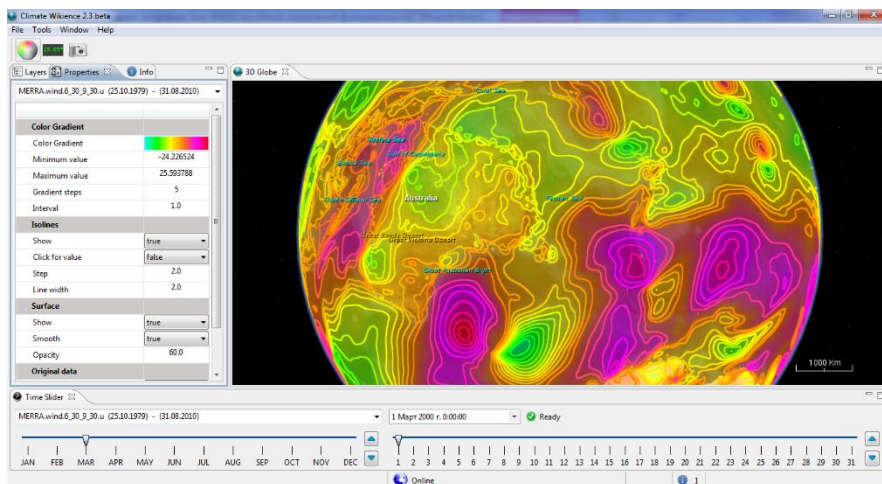


Рисунок 1 – Экранный снимок окна системы Climate Wikience

Данные. На сегодняшний день, Climate Wikience предоставляет доступ к более 700 показателям:

- физические и радиационные свойства облаков, информацию о переходных фазах, радиус и дисперсность составных частиц облаков, оптическую плотность облаков, температуру, высоту, фазу, долю в дневное либо ночное время и другие характеристики;
- для аэрозолей: оптическую толщину, концентрацию масс, оптические свойства и радиационную силу;
- свойства водяного пара;
- концентрации газов: диоксид серы (SO_2), озон (O_3), диоксид азота (NO_2), оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO_2);
- метеорологические показатели на разных вертикальных уровнях: давление, температуру, влажность, скорость и направление ветра, геопотенциал.

Данные доступны:

- с высоким пространственным разрешением (до 18×27 км);
- с 1979 года либо 2000 года по сегодняшний день (это последние 13 либо 30) лет в зависимости от показателя;
- с шагом в один день либо 6 часов.

Перечень доступных показателей постоянно пополняется.

Данные временных рядов. Анализ трендов является одним из наиболее важных направлений в исследовании климата и окружающей среды. Система

Climate Wikience – первая в своем роде, которая предоставляет временные ряды показателей для каждой ячейки регулярной широтно-долготной решетки [3]. Для этого достаточно задать название показателя и координаты, чтобы мгновенно получить временной ряд в среде R (рис. 2). В распоряжении пользователя более 100 пакетов среды R для исследования временных рядов.

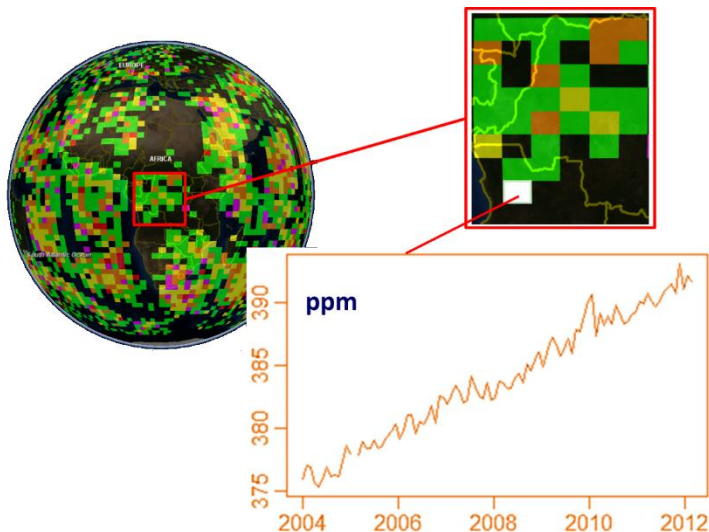


Рисунок 2 – Временной ряд концентрации CO₂ над частью Африки. Измерения спутника НАСА. Ежедневные данные усреднены за месяц для наглядности.

Интерфейс. Climate Wikience содержит новые наглядные инструменты навигации в данных геомониторинга.

Временная шкала компактно и наглядно отображает весь временной интервал показателя, который доступен для навигации (рис. 3). Используя только мышью можно точно задать время, за которое будут отображаться данные, установив мышью на шкале месяц, день и час.

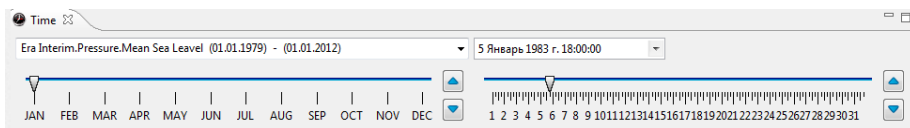
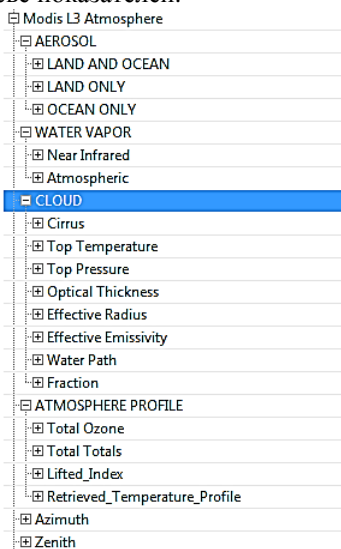


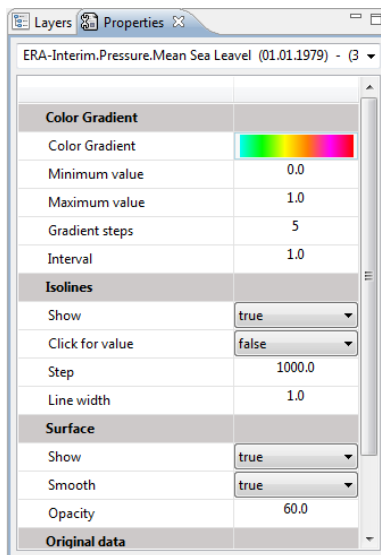
Рисунок 3 – Временная шкала интерфейса Climate Wikience

Все показатели систематизированы и представлены в виде дерева (рис. 4а). Это облегчает ориентацию в показателях и позволяет организовать единообразный доступ к любому показателю, независимо от его типа.

Визуализировать показатель можно одним щелчком мыши, выбрав его в дереве показателей.



(а) Перечень показателей



(б) Свойства отображения показателя

Рисунок 4 – Элементы интерфейса Climate Wikience: (а) перечень показателей, (б) окно свойств отображения показателя

Список свойств в виде пар «имя свойства»–«значение свойства» позволяет оперативно сориентироваться в доступных возможностях визуализации (рис. 4б).

Визуализация и доступ к данным. Climate Wikience визуализирует показатели в трехмерном режиме. Поддерживается визуализация трех видов:

- в виде маркеров в узлах регулярной широтно-долготной решетки, размер и цвет которых пропорциональны значениям данных;
- трехмерных изолиний;
- трехмерных поверхностей с интерполяцией цветов.

На сегодняшний день, объем доступных данных составляет несколько терабайт и хранится на компьютерном кластере в ДонНТУ. При этом Climate Wikience автоматически загружает по Интернет на компьютер пользователя только небольшую часть данных, которая необходима в данный момент. Это позволяет исследовать любые показатели за любой промежуток времени на компьютере пользователя, независимо от объема их данных.

Анализ данных. Все данные доступны непосредственно из среды анализа данных R (<http://www.R-project.org/>). Достаточно трех команд для получения данных:

1. `library(RWikience)`
2. `w <-WikienceConnect()`
3. `m <- getFloatMatrix(w, "Modis L3 Atmosphere.AEROSOL.LAND AND OCEAN.Optical Depth.Maximum", "09 08 2010")`

Расшифровка приведенного выше перечня команд:

1. Загрузка пакета RWikience (разработан специально для связи Climate Wikience и среды R)
2. Подключение к Climate Wikience
3. Вызов функции получения данных, просто указывая в параметрах функции название показателя и дату.

Такой подход позволяет воспользоваться всеми инструментами и преимуществами среды R, которая содержит более 5000 пакетов на сегодняшний день. Среда R активно развивается, имеет свой язык и среды интегрированной разработки, например, RStudio [4].

Примеры решения практических задач с помощью Climate Wikience.

Создание карт техногенно-экологических рисков загрязнения атмосферного воздуха до 2015 г. – одна из главных целей Закона Украины «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року». На сегодняшний день, имеющаяся информация о загрязнении атмосферного воздуха Украины основывается на наблюдениях малочисленной сети стационарных постов контроля атмосферного воздуха, расположенных в крупных городах страны (162 поста Украинского гидрометеоцентра в 53 городах). По этим данным получить целостную и достоверную картину загрязнения атмосферы над территорией всего государства невозможно.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют получать экологическую информацию с высоким разрешением, достоверностью, покрытием и частотой. Например, спутниковые данные диоксида азота (NO₂) доступны для Украины с разрешением 18 x 27 км. Это дает 2304 ячейки в пределах территории Украины. Для каждой безоблачной ячейки размером 18 x 27 км доступна концентрация диоксида азота в единицах Добсона (eD), 1 eD = 2.69 × 10¹⁶ молекул/см². Измерения ведутся ежедневно радиометром OMI спутника Ауга с 01 октября 2004 г. [5].

Таким образом, спутниковые данные предоставляют в 14 раз больше покрытие (2304/162), чем наземные посты Украинского гидрометеоцентра.

Карта рисков высокого разрешения наглядно отражает характерную картину загрязнения атмосферного воздуха и позволяет ответить на ряд

актуальных вопросов экологической безопасности. Например, насколько уровень загрязнения атмосферы выше на востоке Украины, чем на западе; какой регион страны имеет самые высокие риски загрязнения; какова степень загрязнения атмосферы Украины в сравнении с другими странами.

В данном исследовании под риском загрязнения атмосферы понимается вероятность случаев, когда наблюдается определенный уровень загрязнения воздуха веществом над изучаемой территорией.

Для каждой ячейки подсчитывается количество дней $S(a, b)$ с концентрацией загрязняющего вещества в диапазоне значений $a..b$ еД, а также количество дней T , для которых имеются данные наблюдений. Риск загрязнения для ячейки считается равным $R(a, b) = S(a, b) / T$ [6].

Умеренным уровнем загрязнения диоксидом азота считается диапазон значений 0,2..0,4 еД (рис. 5). Расчет рисков и построение карты были выполнены в системе Climate Wikience с использованием предоставляемых ею временных рядов для каждой ячейки решетки.

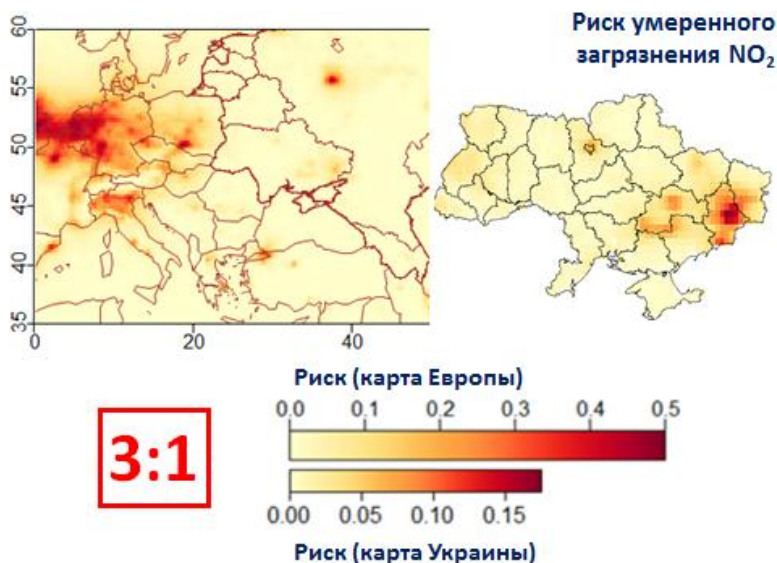


Рисунок 5 – Риск умеренного уровня загрязнения атмосферного воздуха Европы диоксидом азота (NO_2)

Максимальные риски умеренного загрязнения диоксидом азота атмосферы Европы и Украины относятся как 3:1. Воздух в городах Европы просто чище, потому что опасные предприятия вынесены за территорию городов и существуют решения обеспечения экологически эффективного движения транспорта. Однако этого нельзя сказать обо всей атмосфере развитых стран Европы.

Обратная связь. На YouTube (<https://www.youtube.com/user/Wikience/>) размещены подробные видео-руководства по работе с Climate Wikience. Также по вопросам установки Climate Wikience, работы с системой и анализу данных создана почтовая группа Google (<https://groups.google.com/climate-wikience>).

Дополнительную информацию можно также найти в русскоязычной презентации и статьях по адресу: <http://wikience.donntu.edu.ua/seminars/>

Выводы. Система Climate Wikience предоставляет новые возможности анализа и визуализации данных. Система позволяет выполнять большой объем практически важных исследований одним человеком. Climate Wikience позволяет получить новые темы для научных исследований благодаря новым данным и новым возможностям работы с ними.

Список литературы

1. Родригес Залепинос, Р.А. Данные и методы интеллектуального анализа данных для исследования окружающей природной среды [Текст] : научн. журн. / Родригес Залепинос Рамон Антонио // Наук. праці Донецького національного технічного університету. – [під ред. О.А. Мінаєва]. – Сер. : Системний аналіз та інформаційні технології у науках про природу та суспільство, №1, 2011. – 214 с. – С. 94 – 107.
2. Родригес Залепинос, Р.А. Новые методы и способы доступа к данным дистанционного зондирования Земли, их организации и визуализации в системах экологического мониторинга окружающей природной среды [Текст] : науч. журн. / Родригес Залепинос Рамон Антонио // Наук. праці Донецького національного технічного університету. – [під ред. Є. О. Башкова]. – Сер. : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка, №15 (203), 2012. – 315 с. – С. 83 – 89.
3. Rodrigues Zalipynis, R.A. Representing Earth remote sensing data as time series [Текст] : науч. журн. / Rodrigues Zalipynis Ramon Antonio // Наук. праці Донецького національного технічного університету. – [під ред. О.А. Мінаєва]. – Сер. : Системний аналіз та інформаційні технології у науках про природу та суспільство, №1(2) – 2(3), 2012. – 212 с. – С. 135 – 145.
4. RStudio / Интернет-ресурс. – Режим доступа: URL: <https://www.rstudio.com/> – Загл. с экрана.
5. Aura OMI / Интернет-ресурс. – Режим доступа: URL: <http://aura.gsfc.nasa.gov/instruments/omi.html> – Загл. с экрана.
6. Родригес Залепинос, Р.А. Сравнительная оценка загрязнения атмосферного воздуха Европы и Украины с использованием данных дистанционного зондирования Земли [Текст] : науч. журн. / Родригес Залепинос Рамон Антонио // Геотехническая механика. – [под ред. А. Ф. Булата]. – Выпуск №112, 2013. – 286 с. – С. 256 – 266.

УДК 004.67+ 004.62

И.В. Морозов, Р.А. Родригес Залепинос

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра компьютерных систем мониторинга

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация

Морозов И.В., Родригес Залепинос Р.А. Обзор инструментов обработки данных экологического мониторинга. Выполнен обзор инструмента обработки данных экологического мониторинга на примере NCO (NetCDF Common Operators). Описаны основные возможности инструмента NCO. Показаны примеры обработки данных экологического мониторинга.

Ключевые слова: методы обработки данных, интерфейсы, формат, файл, операторы.

Постановка проблемы. Вопросы экологии в наше время принимают первостепенное значение. В мировой практике накоплен колоссальный опыт в области отслеживания и анализа вредных антропогенных воздействий на среду обитания. Современные технологии позволяют определять проблемы экологии еще на стадии их возникновения. Двумя основными методами отслеживания воздействия на нашу среду обитания и происходящих в ней изменениях являются мониторинг и контроль. Для сбора данных существует множество технических решений, однако, для обработки этих данных довольно мало инструментов. Поэтому в данной статье будет выполнен обзор бесплатного инструмента для обработки данных экологического мониторинга NCO (NetCDF Common Operators).

Цель статьи – провести обзор инструмента для обработки данных экологического мониторинга NCO, описать его основные возможности и показать примеры обработки данных.

Введение. NCO представляет собой набор программ, известных как операторы. Каждый оператор является автономным, программа командной строки выполняется на командном уровне. Операторы принимают NetCDF файлы на вход (в том числе HDF5 файлы, построенные с использованием API NetCDF), выполняют операцию (например, нахождение среднего) и создают NetCDF файл в качестве выходного файла. Формат NetCDF является машинно-независимым, самоописываемым, и открытым, облегчая тем самым множество проблем, связанных с доступом.

Набор утилит командной строки, называемый NetCDF operators (NCOs) доступен на большинстве машин, работающих под Linux, Mac и PC, как 32-

так и 64-разрядных платформах. Поддержка предоставляется для компиляции нативных исполняемых файлов Windows, используя Microsoft Visual Studio 2010 Compiler, или Cygwin. Как и все исполняемые файлы, NetCDF operators могут быть построены с использованием динамического связывания. Это уменьшает размер исполняемого файла и может значительно повысить производительность на многопользовательских системах.

NCO позволяет выполнять простые расчеты и действия с NetCDF или HDF4 файлами с минимальными знаниями NetCDF файлов. NCO может обрабатывать данные на порядок быстрее, чем Matlab или другие пакеты для анализа данных. В Национальном центре атмосферных исследований был разработан NCAR Command Language - подобный набор утилит со схожей функциональностью [1].

Операторы, облегчающие анализ данных, содержатся в самоописываемом формате NetCDF, доступны по ссылке <http://unidata.ucar.edu/packages/NetCDF>. Хотя большинство пользователей участвуют в научных исследованиях, эти форматы данных носят общий характер и одинаково полезны в различных областях, от сельского хозяйства до зоологии [2].

NetCDF (Network Common Data Form) представляет собой набор интерфейсов для доступа к массиво-ориентированным данным и свободно распространяемой коллекции библиотек для C, FORTRAN, C++, Java, и других языков. Библиотеки NetCDF поддерживают машинно-независимый формат для представления научных данных. Вместе, интерфейсы, библиотеки и формат поддерживают создание, доступ и совместное использование научных данных.

NetCDF данные [3]:

- *Самоописывающиеся.* Файл NetCDF включает в себя информацию о содержащихся в нем данных.
- *Портативные.* К NetCDF файлу могут обращаться компьютеры с различными способами хранения целых чисел, символов и чисел с плавающей точкой.
- *Масштабируемые.* К небольшой части большого набора данных может быть эффективно получен доступ.
- *Присоединяемые.* Данные могут быть присоединены к правильно структурированному NetCDF файлу без копирования набора данных или переопределения его структуры.
- *Параллельно доступные.* Один записывающий клиент и несколько читающих клиентов могут одновременно получить доступ к одному и тому же файлу NetCDF.
- *Обратносовместимые.* Доступ ко всем ранним формам NetCDF данным будет поддерживаться текущими и будущими версиями программного обеспечения.

Программное обеспечение NetCDF разработано в Боулдере, штат Колорадо, при участии многих пользователей NetCDF. Неполный список

организаций, использующих NetCDF для архивирования и доступа к своим данным: NOAA, EUMETSAT Data Centre, GOES-R Ground Segment Products, DOE/PCMDI CMIP5 (результаты моделирования климата), NASA/JPL, NASA/GSFC, National Center for Atmospheric Research (NCAR), Австралийский центр метеорологических и климатических исследований (CAWCR).

Формат файлов. Существует 4 формата NetCDF: классический формат, 64-бит смещенный формат, NetCDF-4 формат, NetCDF-4 классический формат модели. Структура классического и NetCDF-4 форматов представлена на рисунках 1 и 2 [4].

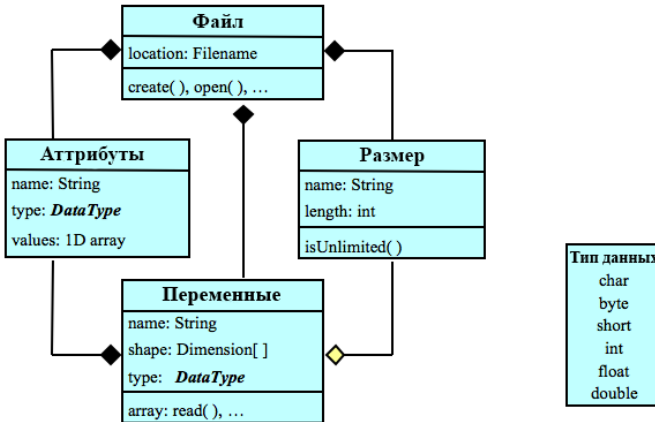


Рисунок 1 – Структура классического формата

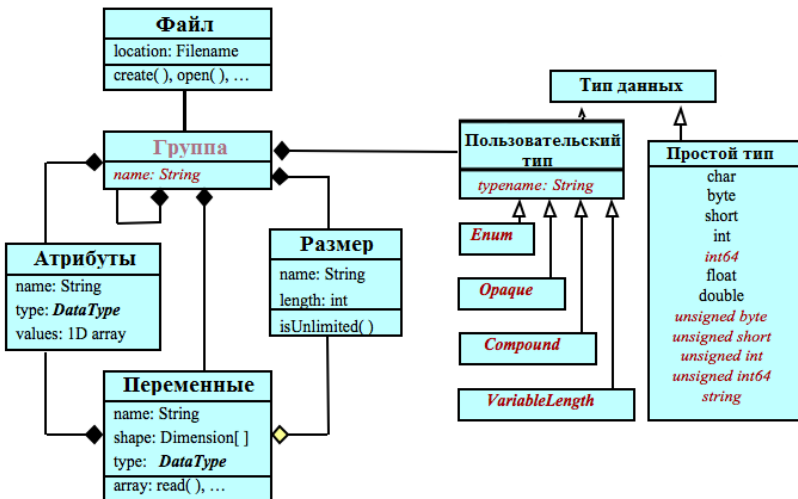


Рисунок 2 – Структура NetCDF-4 (Enhanced Data Model) формата

Поддержка файлов больших размеров (LFS) относится к операционным системам и C-библиотекам объектов для поддержки файлов, размером более 2 Гб. В некоторых 32-битных платформах размер смещения файла по умолчанию остается 4-байтовым целым числом, что ограничивает максимальный размер файлов до 2 Гб. Использование интерфейсов LFS и 64-битного типа смещения, максимальный размер может быть 2^{63} байт или 8 эксбибайт. Для некоторых современных платформ должны быть установлены макросы для поддержки файлов больших размеров или соответствующие флаги компилятора, чтобы построить библиотеку с поддержкой файлов больших размеров.

NetCDF распространяется с интерфейсами для C, Fortran77, Fortran90, и C++. Другие языки для которых существуют интерфейсы: Ada, IDL, Java, MATLAB, Perl, Python, R, Ruby, Tcl/Tk.

Примеры. Простые примеры Bash shell сценариев показывают, как усреднить данные в разных структурах. Здесь включены месячные, сезонные и среднегодовые средние с ежедневными или месячными данными в одном или нескольких файлах. Рассмотрим некоторые из них [4].

Вычисление суточных изменений по годам в одном файле. Предположим, что у нас есть ежедневные данные с 1 января 1990 по 31 декабря 2005 года в файле in.nc где поле времени имеет название time. На рисунке 3 показаны суточные изменения по годам в одном файле.

```

Месячное среднее:
for yyyy in {1990..2005}; do      # Цикл лет
  for mny in {1..12}; do          # Цикл месяцев
    mm=$( printf "%02d" ${mny} )   # Переход в 2-х значный формат
    # Среднее месяца уууу-мм
    ncra -O -d time, "${yyyy}-${mm}-01", "${yyyy}-${mm}-31" \
    | ncrcat -O in_${yyyy}${mm}.nc
  done
done
# Объединение ежемесячных файлов вместе
ncrcat -O in_?????.nc out.nc
Годовое среднее:
for yyyy in {1990..2005}; do      # Цикл лет
  ncra -O -d time, "${yyyy}-01-01", "${yyyy}-12-31" in.nc in_${yyyy}.nc
done
# Объединение ежегодных файлов вместе
ncrcat -O in_????.nc out.nc

```

Рисунок 3 – Суточные изменения по годам в одном файле

Опция `-O` нужна для перезаписи уже существующих файлов. NCO поддерживает UDUunits, чтобы у пользователя была возможность использовать читаемые даты как измерение времени.

Суточные изменения по годам в одном файле. Внутри входного файла in.nc, записано время с января 1990 по декабрь 2005 года. На рисунке 4 показано вычисление сезонного и годового среднего.

```
Сезонное среднее:  
ncra -O --mro -d time,"1990-12-01",,12,3 in.nc out.nc  
Годовое среднее:  
ncra -O --mro -d time,,,12,12 in.nc out.nc
```

Рисунок 4 – Ежемесячные данные в одном файле

Здесь используется функция подциклом (т.е. число после 4-ой запятой: «3» в сезонном примере и второе «12» в ежегодном), чтобы получить группу записей, разделенных регулярными интервалами. Опция `-mro` является переключателем `ncra` для Multi-Record Output вместо Single-Record Output.

Расчет толщины.

```
ncea -F -d level,8,8 hgt.mon.mean.nc hgt300.mon.mean.nc  
ncea -F -d level,3,3 hgt.mon.mean.nc hgt850.mon.mean.nc
```

Рисунок 5 – Чтение данных для разных уровней давления

Повторный анализ NCEP / NCAR поставляется с данными для 17 вертикальных уровней. Берутся данные для уровней 300 и 850 миллибар давления. `-F` означает использовать FORTRAN-индексацию (нумерация начинается с 1). С-индексация начинается с 0. На рисунке 6 происходит вычитание `hgt850` и `hgt300`, и запись толщины.

```
ncdiff hgt300.mon.mean.nc hgt850.mon.mean.nc  
thickness300850.mon.mean.nc
```

Рисунок 6 – Расчет толщины

Выводы. Проведен обзор инструмента обработки данных экологического мониторинга NetCDF Common Operators. Описаны основные возможности программы. Показаны некоторые примеры работы инструмента NetCDF. Обзор показал, что NCO довольно мощный и гибкий инструмент для анализа и обработки данных экологического мониторинга.

Список литературы

1. Wang, D. L., C. S. Zender, and S. F. Jenks, Efficient Clustered Server-side Data Analysis Workflows using SWAMP, *Earth Sci. Inform.*, Vol. 2(3), P. 141 – 155, 2009.
2. Zender, C. S., Analysis of Self-describing Gridded Geoscience Data with NetCDF Operators (NCO), *Environ. Modell. Softw.*, Vol. 23(10), P. 1338 – 1342, 2008.
3. Zender, C. S., and H. J. Mangalam, Scaling Properties of Common Statistical Operators for Gridded Datasets, *Int. J. High Perform. Comput. Appl.*, Vol. 21(4), P. 485 – 498, 2007.
4. NCO 4.4.3 User Guide / Интернет-ресурс. – Режим доступа: URL: <http://nco.sourceforge.net/nco.html> – Загл. с экрана.