

ФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН

ИС ДЗЗ для работы с данными комбинированного спутникового мониторинга и раннего предупреждения опасных природных явлений

Саворский В.П.



Фрязинский филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения
Института радиотехники и электроники
им. В.А.Котельникова Российской академии наук

Проблема

При массивном потоке запросов на данные в случае чрезвычайной ситуации неприемлемы временные затраты, требуемые конвенциональными ИС ДЗЗ на поиск и заказ данных

Основная цель

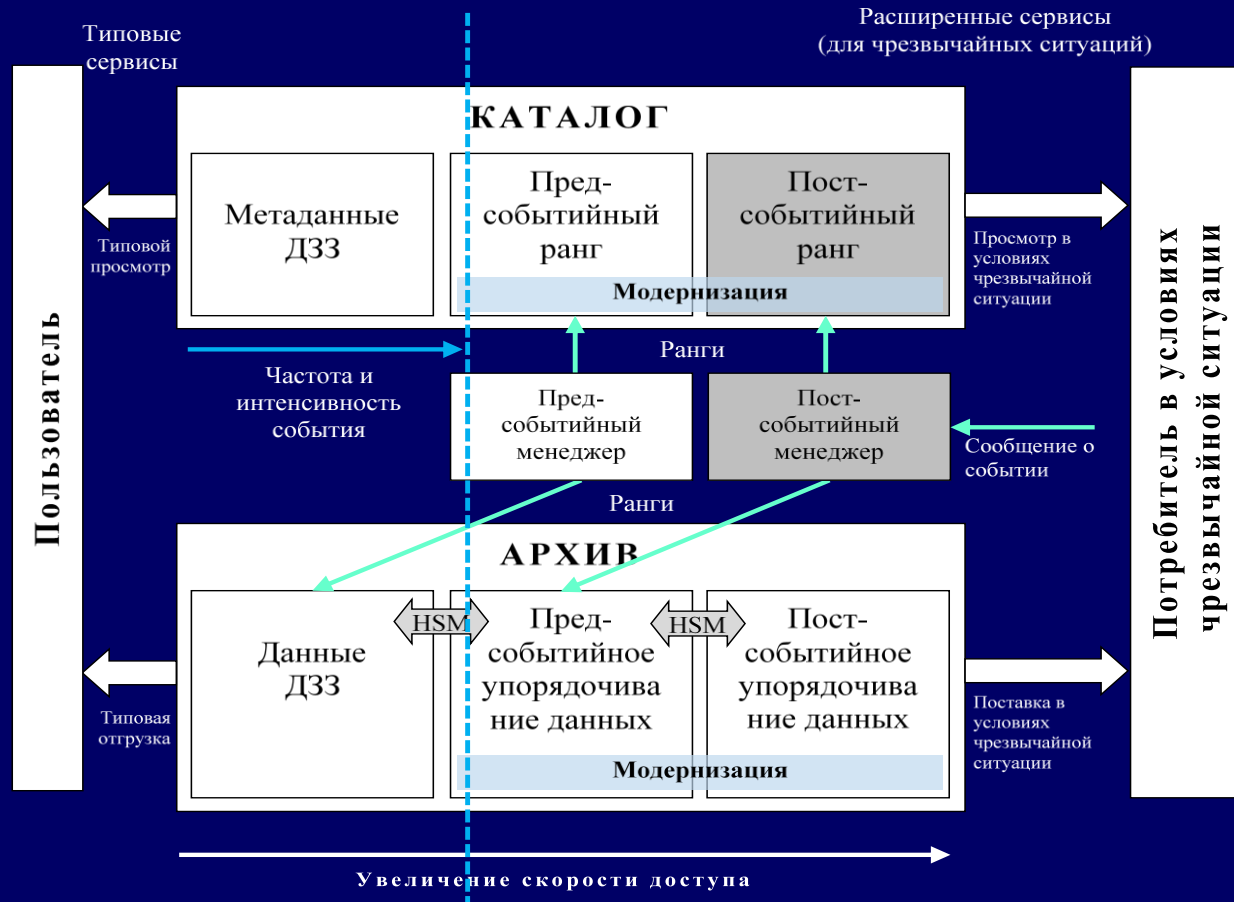
- Модернизация конвенциональной ИС ДЗЗ с тем, чтобы снизить временные затраты пользователей на процедуры поиска и заказа данных

Предлагаемый подход

Ввод в конвенциональную ИС ДЗЗ набора информационных инструментов, которые обеспечат заблаговременную подготовку дополнительных атрибутов набора данных, позволяющих

- 1) Оценивать пред-событийные, т.е. производимые до стихийного бедствия, ранги востребованности данных как меру прогнозируемой популярности запросов на них в чрезвычайных ситуациях
- 2) Оценивать пост-событийные, т.е. производимые после стихийного бедствия, ранги востребованности как меру приемлемости архивных данных для описания произошедшего стихийного бедствия

Архитектура ИС ДЗЗ раннего предупреждения опасных природных явлений (ОПЯ)



Узлы пред-событийных средств ИС ДЗЗ ОПЯ

- **Пред-событийный менеджер (ПрСМ)** - регистратор информации о частоте стихийных бедствий для участка, описываемого анализируемым набором данных ДЗЗ с оценкой ожидаемого ущерба, определением потенциальной пригодности и ранга востребованности набора данных для наблюдения последствий стихийного бедствия
- **Пред-событийный регистр рангов востребованности (ПрРР)** - раздел каталога, в котором хранятся пред-событийные ранги востребованности данных ДЗЗ
- **Пред-событийный буфер архива (ПрБА)** - раздел архива, в котором размещаются данные в соответствии с рангами востребованности, генерируемыми ПрСМ.

Сценарий работы ПрСМ. Основные шаги

- 1) оценивается потенциальный ущерб от стихийных бедствий для каждой хранимой в архиве сцены за данный период времени (например, 10 лет) с учетом частоты и интенсивности возможных стихийных бедствий на месте расположения сцены
- 2) все сцены сортируются в соответствии с оцененным потенциальным ущербом
- 3) оценивается функция распределения относительных рангов востребованности, пропорциональных оцененным потенциальным ущербам
- 4) все сцены ранжируются в соответствии с децильными значениями соответствующих им потенциальных ущербов в функции распределения

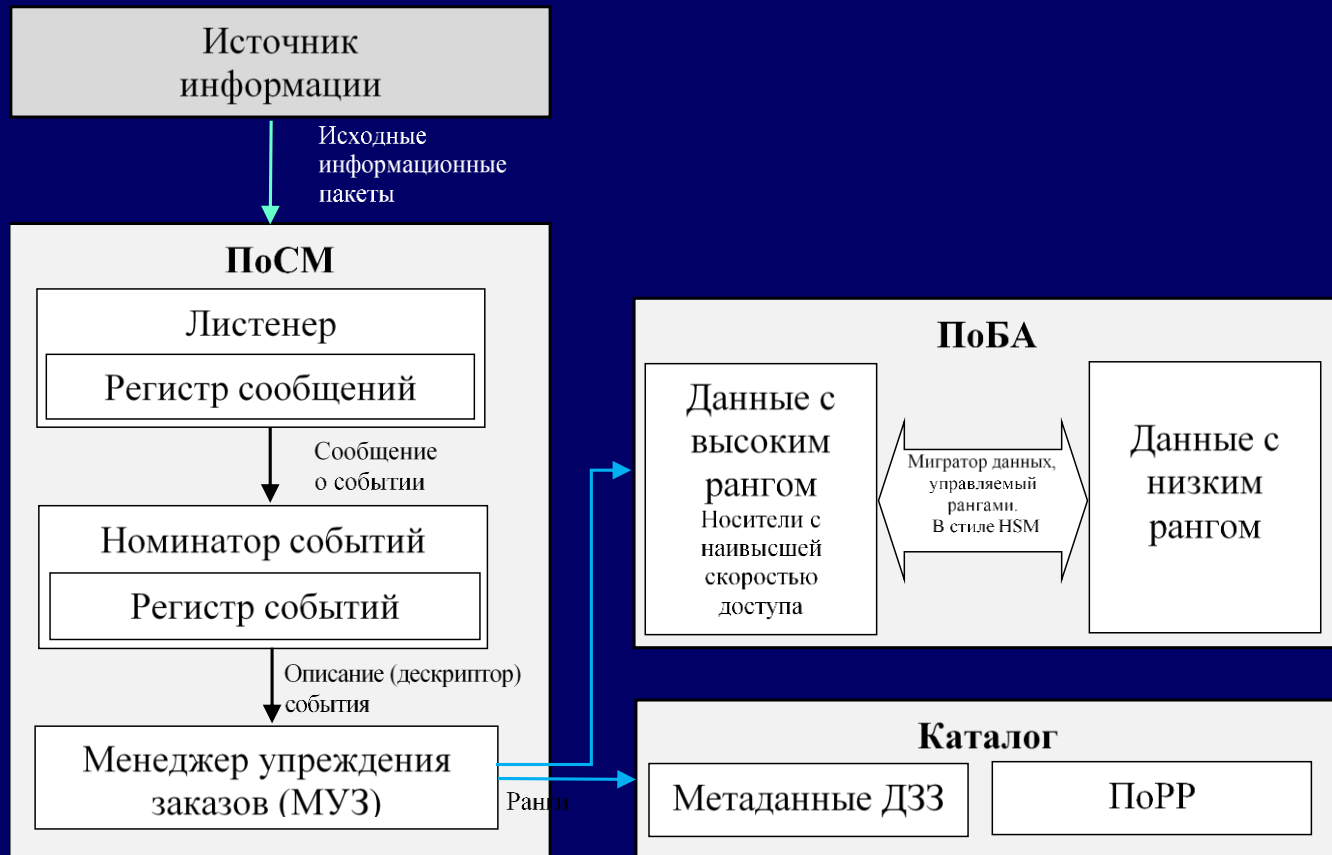
Оценка ущерба

- Для каждой архивной сцены
 1. Определяются атрибуты сцены.
 2. Оценивается потенциальная интенсивность стихийных бедствий (по историческим и модельным данным)
 3. Оценивается геометрический размер зоны бедствия
 4. Оцениваются относительные площади городской застройки, включая промышленную инфраструктуру, подвергнутой воздействию потенциальных стихийных бедствий (статистические данные и оценки интенсивности)
 5. Величина ущерба предполагается пропорциональной произведению размера зоны бедствия (3) на относительные площади городской застройки, включая промышленную инфраструктуру, (4)

Пост-событийные средства ИС ДЗЗ ОПЯ включают следующие функциональные узлы

- **Пост-событийный менеджер (ПоСМ)** – регистратор информацию о произошедшем стихийном бедствии с оценкой в виде ранга востребованности размещенных в архиве ДЗЗ данных для описания произошедшего стихийного бедствия
- **Пост-событийный регистр рангов востребованности (ПоРР)** - раздел каталога, в котором хранятся пост-событийные ранги востребованности данных ДЗЗ, описывающие пригодность хранимых данных для описания произошедших стихийных бедствий
- **Пост-событийный буфер архива (ПоБА)** - раздел архива, в котором размещаются данные с рангами востребованности, генерируемыми ПоСМ.

Архитектура пост-событийного слоя ИС ДЗЗ ОПЯ



Алгоритм оценки пост-событийных рангов востребованности

Пост-событийный ранг
востребованности является
произведением из G_i компонентов I -
мерного ранга (Π -метрика):

$$G = \prod_i G_i / 10^{I-1}$$

Компоненты пост-событийного ранга востребованности

- **1-й компонент – Качество сенсора** – компонент ранга (0÷10) отражает качество, которое, по мнению пользователя, сенсор обеспечивает при описания последствий стихийного бедствия
- **2-й компонент – Интервал времени** – компонент ранга, квалифицирующий интервал времени между наблюдением и событием: 10 если интервал не превышает 1 день, 9 – одной декады, 8 – 1 месяца и т.д.
- **3-й компонент – Пространственное смещение** – нормализованный к 10 компонент ранга, который показывает долю потенциальной зоны стихийного бедствия, которую перекрывает сцена (снимок), при этом размеры зон оцениваются следующим образом: тип 1 (землетрясение) – радиус 20 км от эпицентра, тип 2 (наводнение) – до 200 км вдоль русла и до 50 км поперек, тип 3 (лесные пожары) – радиус 100 км
- **4-й компонент – Условия наблюдений** – нормализованный к 10 компонент ранга, который описывает влияние благоприятных и неблагоприятных условий на наблюдения: для облаков это шкала значений $G_w = 10 - L$, где L – бальность облачности
- **5-й компонент – Пространственное разрешение** – нормализованный к 10 компонент ранга, который отражает соответствие пространственного разрешения требованиям к условиям наблюдения стихийного бедствия: тип 1 (землетрясение) – 2 м, тип 2 (наводнение) – 30 м, тип 3 (лесной пожар) – 250 м, компонент ранга формируется в виде обратно пропорционального отношения, при котором ранги 10 соответствуют приведенным выше требуемым значениям разрешений

Снижение ранга востребованности

Для корректного сопоставления рангов востребованности необходимо принимать во внимание то, что поток запросов на данные со временем затухает, а в соответствии с этим снижается и востребованность самих данных, что должно отражаться и в их рангах. Для пуассоновского потока запросов затухание (снижение с течением времени) рангов может быть описано следующим модельным отношением:

$$r = r_0 \exp[-(t-t_0)/\tau]$$

Здесь r_0 - начальная оценка ранга в момент t_0 , r - ранг в момент времени t , τ - время релаксации запросов на данные

Для оценки τ предполагаем, что время релаксации пропорционально ущербу (или наблюдаемому ущербу), т.е.

$$\tau \sim D.$$

Предварительные оценки

Предварительные оценки подтвердили возможность реализации предлагаемого подхода по меньшей мере для случаев землетрясений и наводнений поскольку для такого рода стихийных бедствий имеется достаточно надежные статистические данные, необходимые для априорного ранжирования, а также высокодостоверные источники сообщений о произошедших стихийных бедствиях, прежде всего для землетрясений

Заключение

- Представлена архитектура ИС ДЗЗ ОПЯ
- Пред-событийное ранжирование рангов востребованности данных ДЗЗ может, как показано в докладе, быть основано на исторических статистических данных по районам, которым потенциально угрожают опасные природные явления
- Реакция ИС ДЗЗ ОПЯ на потенциальные запросы пользователей может быть существенно ускорена с использованием пост-событийного ранжирования



**Работа выполнена при поддержке РФФИ
(проект № 20-07-00680 А) и частично в рамках
ГЗ по теме 0030-2019-0008 «Космос»**