

Сервисно-ориентированная система моделирования обработки и анализа данных лидарного зондирования атмосферы

Бойченко И.В. *

Маричев В.Н.**

Турчановский И.Ю. *

* - Томский филиал Института вычислительных технологий СО РАН (ТФ ИВТ СО РАН),

** - Институт оптики атмосферы СО РАН (ИОА СО РАН)

2014

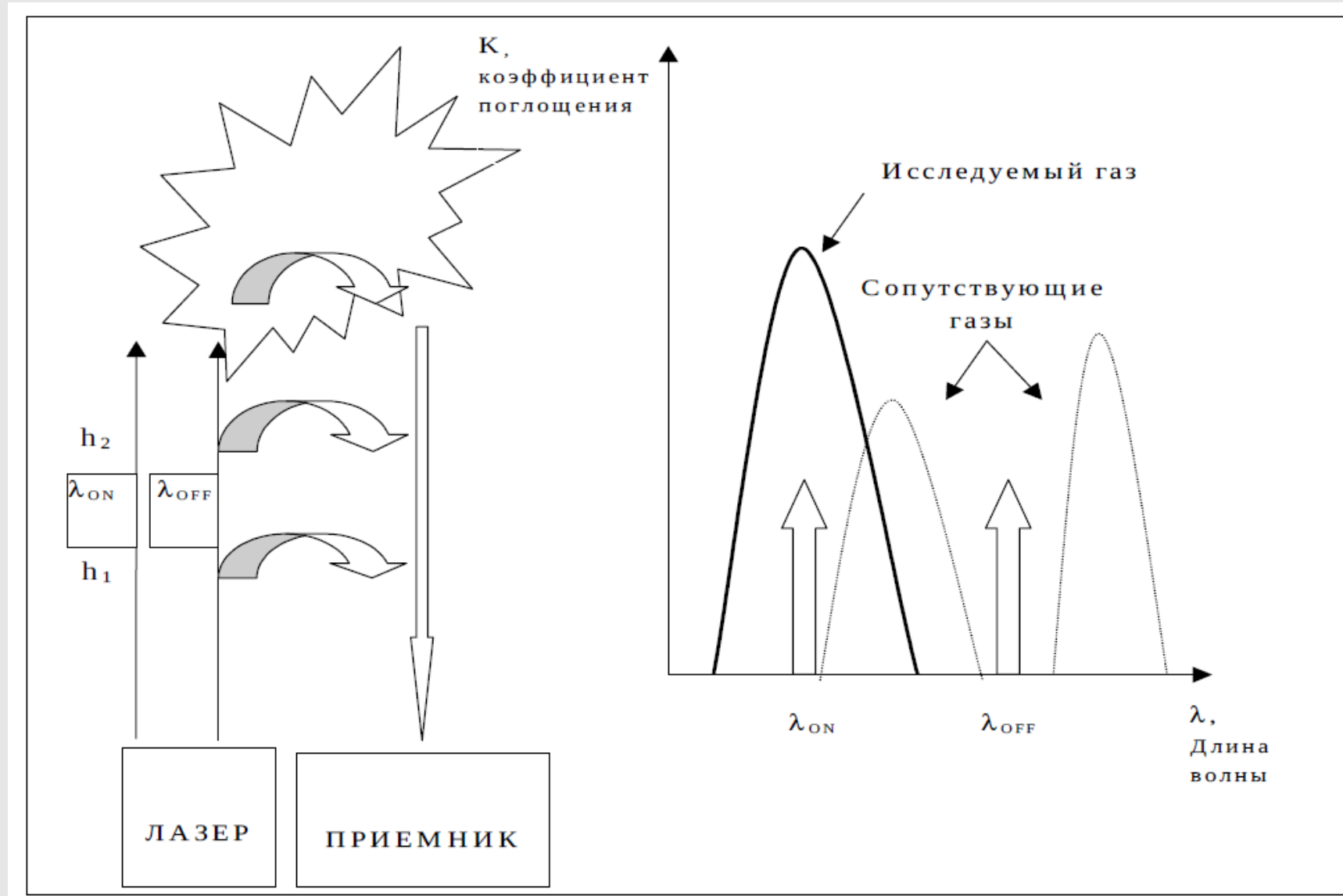
Лидарное зондирование атмосферы (ЛЗА)

Области применения: определение аэрозольного и газового состава атмосферы, измерение температуры, скорости и направления воздушных потоков, измерение высоты облаков и др.

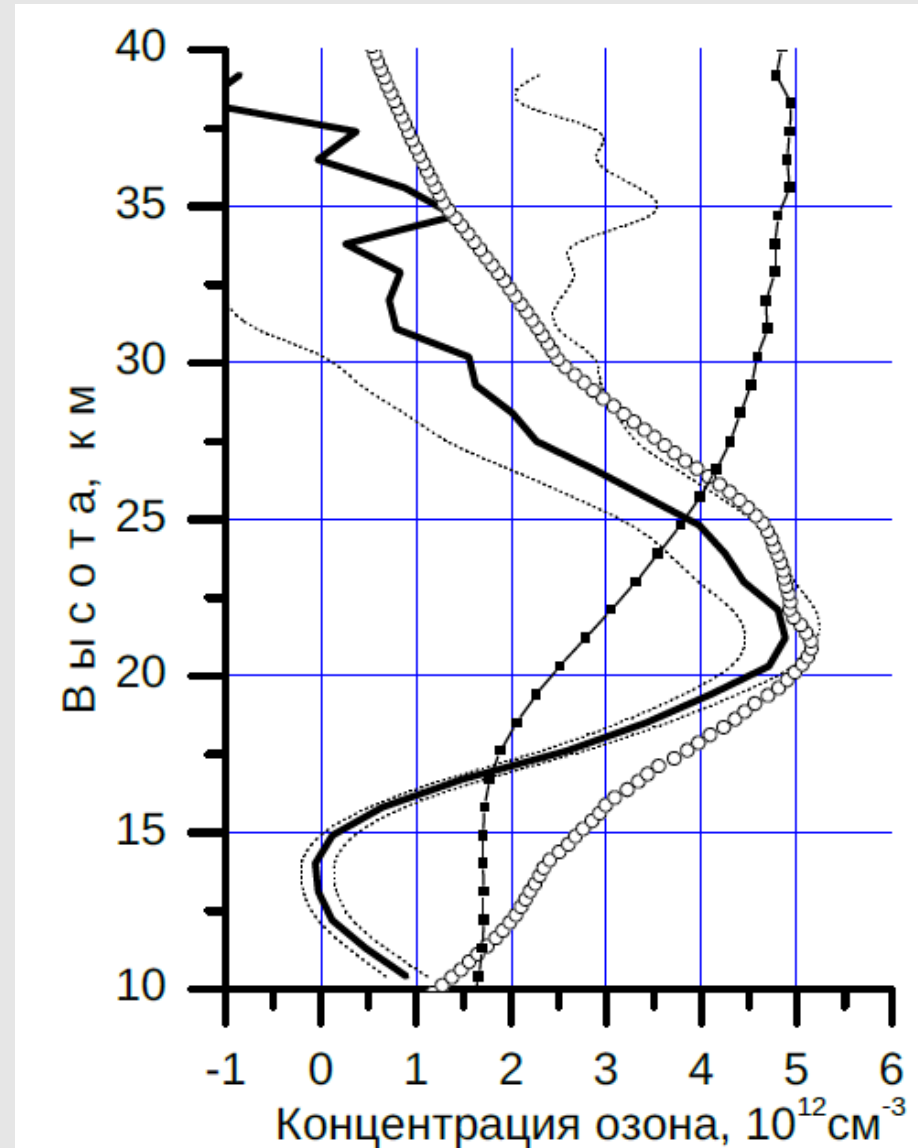
Достоинства: высокое пространственное разрешение и оперативность получения данных

Виды явлений взаимодействия: резонансное и комбинационное поглощение молекулами газов и аэрозольными частицами, искажение турбулентностью, флуоресценция.

Виды базирования: стационарные и мобильные (морские, авиационные, космические платформы)



Восстановление профиля концентрации озона



Распределенный характер исследований

Томск — 2 стационарных лидара, 1 авиационный

Якутск — 1 стационарная установка

Камчатка — 1 стационарная установка

Владивосток — 1 стационарная установка + эксперимент лидарного зондирования в ходе экспедиции на паруснике «Надежда» (2003г.)

Планируется размещение лидарной установки на борту МКС и проведение экспериментов ЛЗА с орбиты Земли

Проблемы развития программных систем (ПС) в области ЛЗА

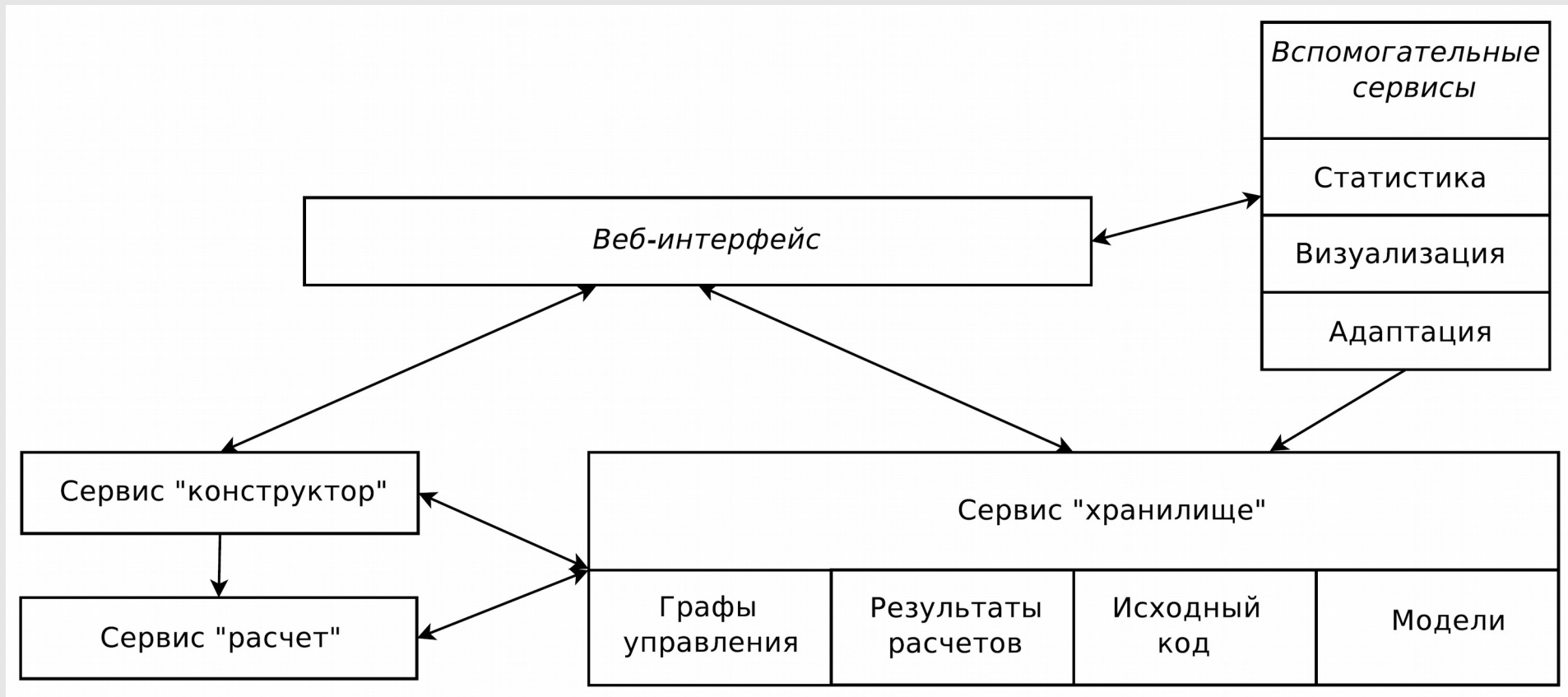
Предыдущие поколения ПС отвечали на вопрос:

1. Как восстановить характеристики объекта на основе данных зондирования?

ПС следующего поколения:

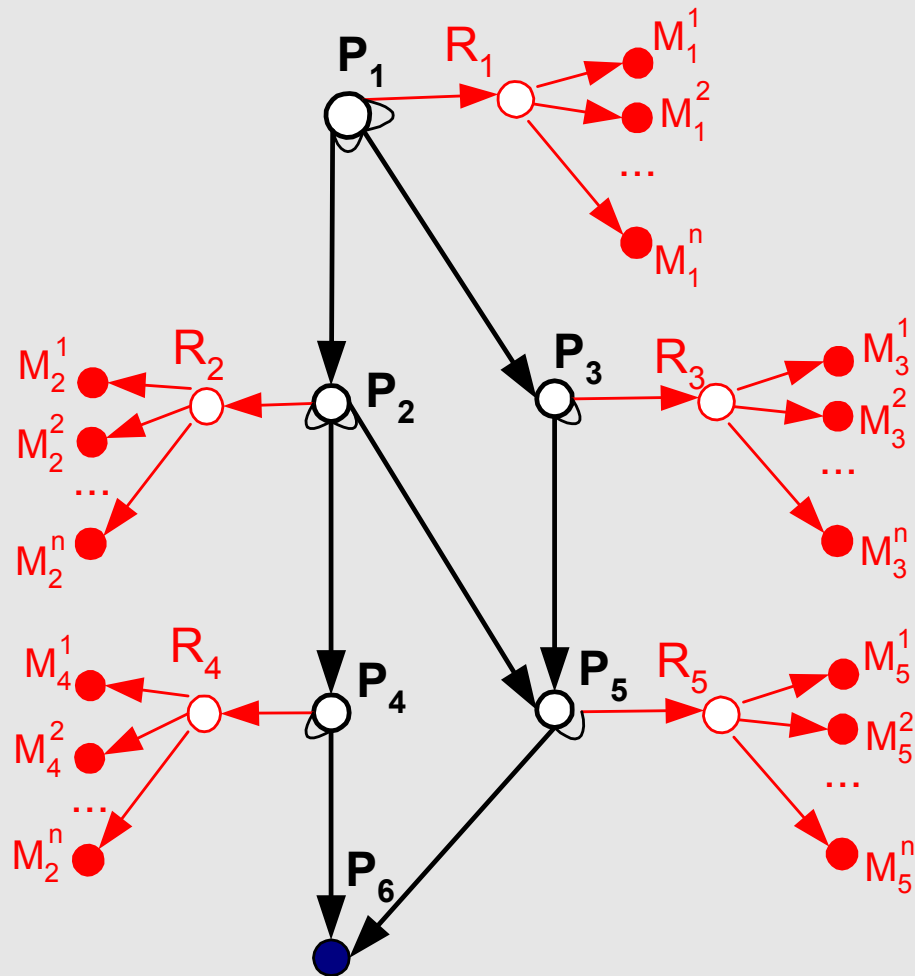
1. Как организовать верификацию полученных результатов: сопоставление с результатами других исследователей, с ранее известными моделями и данными, например, полученными другими методами зондирования?
2. Как организовать повторное использование полученных результатов для получения новых знаний и построения новых моделей

Концепция системы



Сервис «конструктор»

Граф решения прямой задачи лидарного зондирования



Этапы решения задачи:

P_1 – Расчет лидарных эхосигналов для выбранных длин волн;

P_2 – Расчет модели атмосферы;

P_3 – Расчет модели фонового излучения;

P_4 – Выбор параметров лидарной установки;

P_5 – Выбор длин волн для зондирования, определение параметров лазеров;

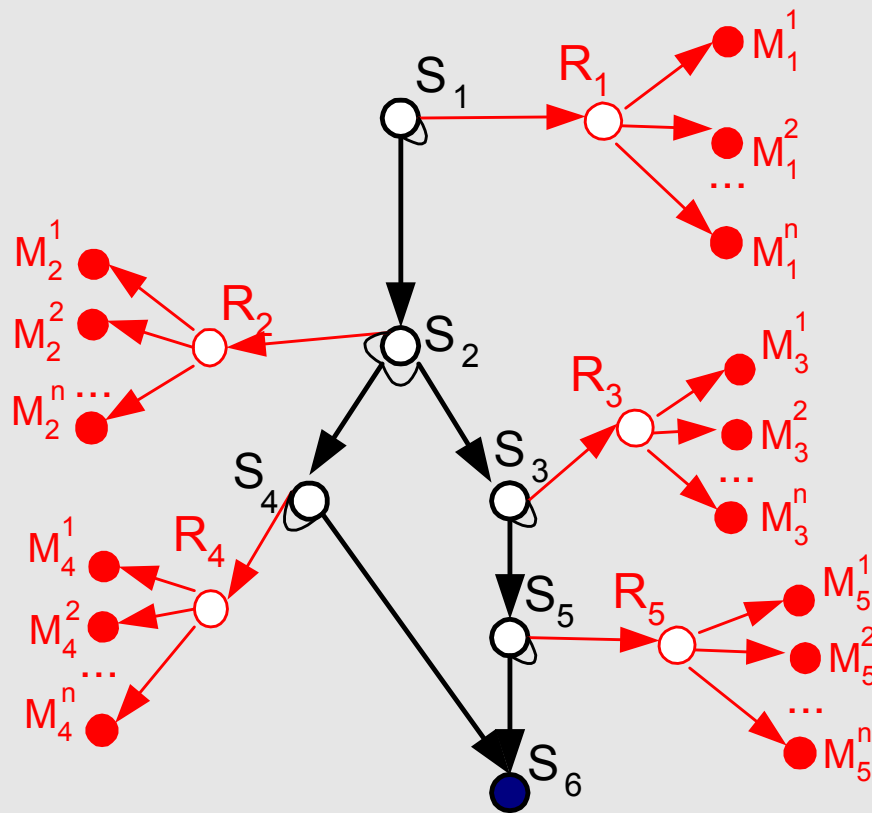
P_6 – Выбор техники зондирования (конечная вершина);

R – реализация конкретного этапа

M – численные методы применяемые в ходе реализации этапа

Сервис «конструктор» (продолжение)

Граф решения обратной задачи лидарного зондирования



S_1 – Дифференцирование оптической толщи, расчет концентрации газа;

S_2 – Расчет оптической толщи;

S_3 – Расчет модели атмосферы;

S_4 – Расчет фонового излучения;

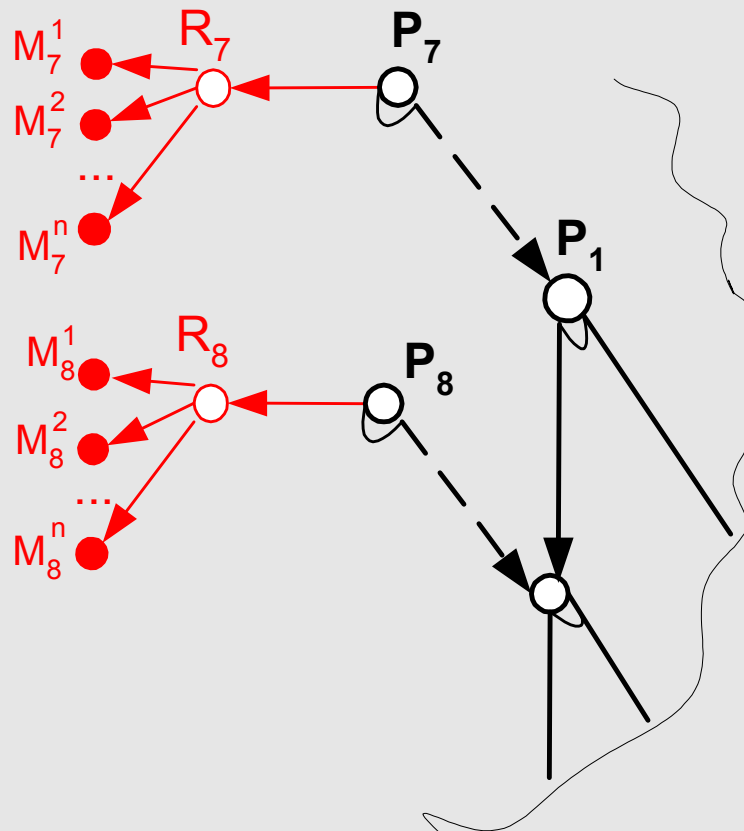
S_5 – Сглаживание/сжатие сигнала;

S_6 – Выбор и загрузка сигналов лидарного зондирования (конечная вершина);

R – реализация конкретного этапа

M – численные методы применяемые в ходе реализации этапа

Изменение графа решения задачи



P_7 – Расчет модельных концентраций газов; P_8 – Моделирование шума измерений

Перспективы развития сервиса «конструктор»

1. синтез алгоритма решения задачи по заданному критерию (например, определения наиболее эффективного метода решения подзадачи в зависимости от размерности входных параметров);
2. организация направленного или ненаправленного поиска оптимальных решений за счет проведения массовых расчетов с перебором параметров;
3. возможность смешанного применения символьных и численных расчетов на различных этапах решения задачи;
4. распараллеливание решения задачи, за счет выделения наиболее трудоемких этапов расчетов для решения на высокопроизводительных вычислительных системах

Сервис "хранилище"			
Графы управления	Результаты расчетов	Исходный код	Модели

Графы управления (решения задачи) — **XML**

Результаты расчетов, модели — **текст**, форматы многомерных данных **HDF**, **netCDF**

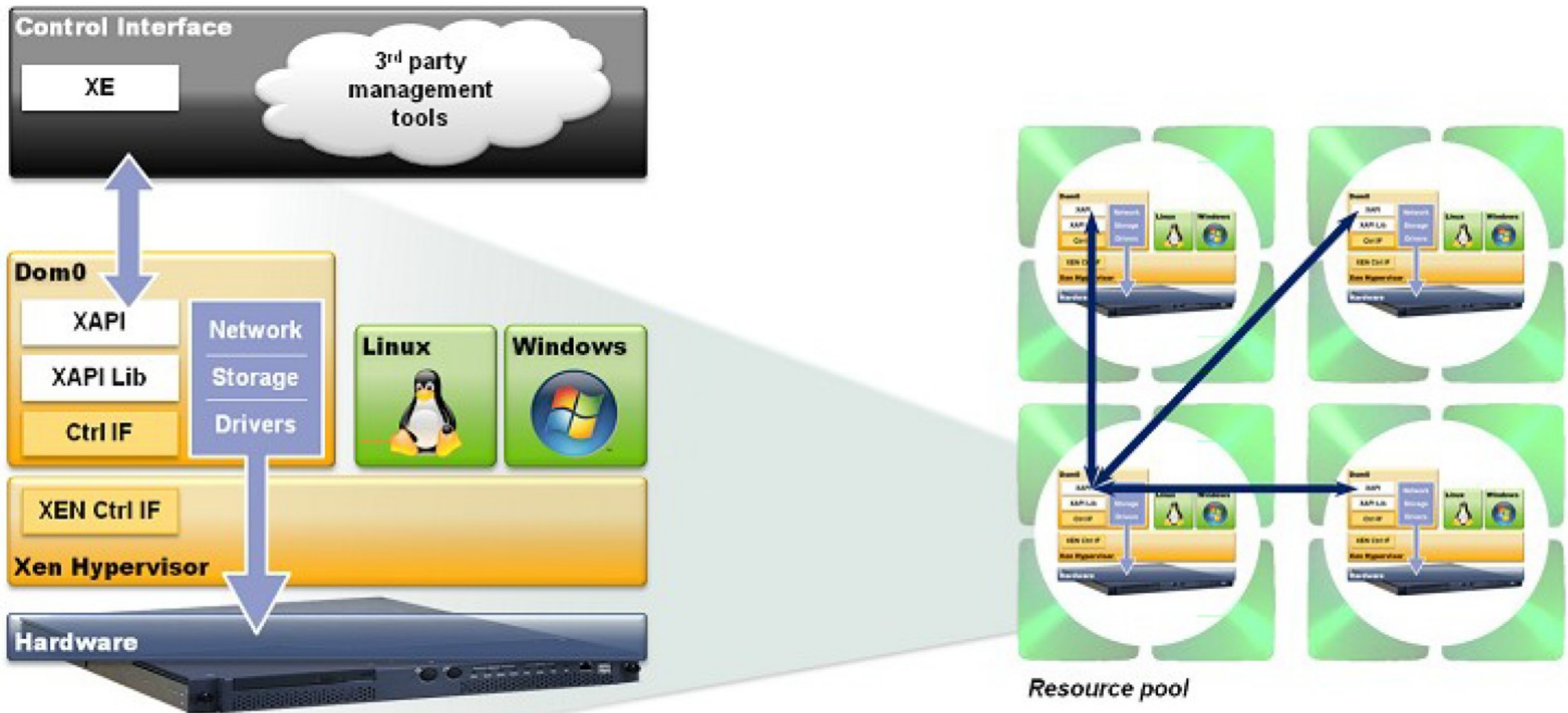
Основной интерфейс доступа к хранилищу — **REST API**

UCAR – University Corporation of Atmospheric Research

Представление графа решения в формате XML

```
<module name="Correcting LIDAR signals">
  <title> Correcting LIDAR signals </title>
  <exec_name> rad.bin.RunnerCorrect </exec_name>
  <sufix> correct </sufix>
  <exec_path> rad.bin </exec_path>
  <parameters>
    <par name="tau_slip" type="float">
      0.00000004
    </par>
  </parameters>
  <outFile>
    <name> signal*.txt </name>
    <cols>
      <col num="1">
        <name> altitude </name>
        <unit> km </unit>
      </col>
      <col num="2">
        <name> signal </name>
        <unit> photons </unit>
      </col>
    </cols>
  </outFile>
  <graphics type="gnuplot">
    <script>
      set autoscale xy
      set style data lines
      set logscale x
      plot "signal.txt" using 2:1
      replot "signal.correct.txt" using 2:1
    </script>
  </graphics>
</module>
```

Построение системы на базе технологии виртуализации XEN



Преимущества внедрения XEN

1. Запуск множества операционных систем (не зависимо от используемого ядра) — расширяет возможности использования вычислительной системы
2. Гарантированная изоляция ОС. Исследователь может запускать и останавливать любой контейнер независимо от других. «Поломка» любого из контейнеров происходит изолированно.
3. Потребление ресурсов ограничено заданными пределами. Позволяет выделять ресурсы в соответствии с приоритетами.
4. Уменьшение времени и трудоемкости администрирования (установка, удаление, восстановление новых контейнеров, перенесение между физическими узлами, перезагрузка)

Заключение

1. В настоящее время сервисно-ориентированная система находится в стадии разработки. Отдельные элементы сервиса “конструктор” были разработаны в рамках системы RAD и используются в Институте оптики атмосферы СО РАН и ряде других организаций.
2. Поэтапное развертывание сервисно-ориентированной системы планируется осуществлять на мощностях Томского филиала Института вычислительных технологий в течении ближайшего года